



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

**Opinnäytetyö**

**Oppimisen hallinta konepajoissa**

**Visa Koponen**

**Kone- ja tuotantotekniikka, Tuotantoautomaatio**

**2009**

# TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

## TIIVISTELMÄ

Kone ja tuotantotekniikka	
Visa Koponen	
Oppimisen hallinta konepajoissa	
Tuotantoautomaatio	Sirpa Hänti
30.11.2009	73
<p>Työssä perehdytään kuuteen varsinaissuomalaisen konepajan CNC-ohjattujen koneiden työympäristöön ja niiden käytäntöihin. Tavoitteena on saada kuva tilanteesta, miten työntekijät työskentelevät työpaikoilla ja miten heidän mahdollisuuksiaan parantaa osaamistaan tuetaan.</p> <p>Tämän työpaikoilta saadun tiedon avulla on tarkoitus löytää keinoja kehittää oppimista suoraan työpaikoilla ja tuoda esiin erilaisia mahdollisia oppimismenetelmiä. Usein jokainen työntekijä tekee samoja tehtäviä hieman eri tavalla kuin työkaveri tai virallinen ohje olettaa. Samalla saadaan myös jonkinlainen kapea läpileikkaus osaamisesta haastatelluissa työkohteissa. Saadun tilannekuvan perusteella otetaan esiin muutamia oleellisia osa-alueita, joita kehittämällä työpaikkojen oppimista voitaisiin kehittää.</p> <p>Työpaikoilla olemassa olevan osaamisen tuloksen perusteella havaitaan muutama koulutuksellinen näkökohta, joita kehittämällä voitaisiin työntekijöiden osaamista parantaa. Ne ovat havaintojen perusteella aivan perusasioita, mitä ilman vaativampien työtehtävien oppiminen järkevästi vaikeutuu. Tämä näkyy selvästi tutkimuksen tuloksissa, missä järjestelmällisyyden ja matemaattisten perustaitojen merkitys korostuu.</p> <p>Järjestelmällisen toimintatavan kehittämiseksi on lopussa muutamia perusmenetelmiä, joita käyttämällä yksilön osaamisen kehittäminen tukee koko yrityksen toimintaa. Keinot, joilla tunnistetaan työntekijöiden nykyinen osaaminen ja miten sitä kannattaa kehittää niin, että kehittämisestä tulisi jatkuvaa päivittäistä toimintaa. Usein yrityksillä on järjestelmä, jota yritykset käyttävät tuotannon seurantaan ja sitä olisi mahdollista käyttää myös oppimisen tukemiseen. Tärkeimpänä alueena osaamisen parantamisessa havaitaan jatkuvan kehittämisen ajatus, jota työskentelyn oppiminen nykyaikaisilla CNC-ohjatuilla työstökoneilla edellyttää.</p>	
Hakusanat: Koneistus, Työpaikalla oppiminen	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto	

Maschinenbau	
Visa Koponen	
Kontrolle des Lernen in den Maschinenwerkstätten	
Produktionsautomation	Sirpa Hänti
30.11.2009	73
<p>In dieser Arbeit werden sechs Maschinenwerkstätten in Südwestfinnland untersucht, die CNC-Maschinen für ihre Produktion benutzen. Der Zweck ist einen Überblick zu bekommen, der veranschaulicht, wie in diesen Werkstätten gearbeitet wird und auf welche Weisen man sich bei der Arbeit besser neue Kenntnisse aneignen könnte.</p> <p>Durch Wissen, wie man eigentlich am Arbeitsplatz vorgeht, versucht man bessere Methoden um neue Dinge zu lernen, zu finden. Die Methoden, wie die Arbeitnehmer ihre Arbeit ausführen, können ganz unterschiedlich sein im Vergleich dazu wie man sich im Voraus gedacht hat. Gleichzeitig wird ein Querschnitt gebildet, was für ein Zustand beim Arbeitsplatz herrscht und wie gut die Arbeitnehmer ihr Fach können. Durch Beurteilung, werden einige wichtige Dinge in den Focus genommen, mit denen bessere Möglichkeiten bei Arbeitsplätzen für das selbstständige Lernen geschaffen werden können.</p> <p>Jeder Arbeitsplatz hat bestimmte Kenntnisse, die wichtige Hinweise geben können, auf welche Weisen bessere Methoden für die Bestärkung des Know-how der Arbeitnehmer entwickelt könnten. Das Ergebnis ist vielleicht ein bisschen schwer anzunehmen, weil die zu viele Anfangsgründe fordern, um eine Verbesserung zu erreichen. Ohne gute mathematische und logische Grundkenntnisse sind viele Fachdinge unmöglich richtig zu lernen. Deswegen ist dieses Gebiet ziemlich stark betont.</p> <p>Das letzte Kapitel umfasst einige Grundmethoden für die Datenverwaltung des Lernens bei Maschinenwerkstätten. Mit dieser Methode werden die Kenntnisse der Arbeitnehmer besser wahrgenommen und es bietet auch den Maschinenwerkstätten ein Werkzeug womit sie ihre Zukunft planen können. Eine gute Sache ist, dass viele Firmen ein System besitzen, mit dem man auch das Lernen verwalten kann. Vielleicht die wichtigste Sache ist eine anhaltende Denkart, weil fast alle neue Arbeit mit CNC – Maschinen eine lange Zeit in Anspruch nimmt.</p>	
Stichwörter: Maschinenbau, Lernen am Arbeitsplatz	
Standort: Bibliothek der Fachhochschule Turku	

# SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>8</b>
1.1	Opetussuunnitelmat ja henkilökohtainen oppimissuunnitelma	8
1.2	Teknologia	9
1.3	Ohjautuvuus ja ohjaus	9
1.4	Teoreettisen ajattelun taustaa	10
1.5	Työtilanteen hahmottaminen	11
<b>2</b>	<b>Tavoitteet</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Tilanteen asettelu</b>	<b>13</b>
3.1	Informaation sijainti	15
3.2	Kysymysten asettelu työtehtävien selvittämiseksi	16
3.3	Työnohjaus ja perehdytys	17
3.4	Työympäristön tilanne	17
<b>4</b>	<b>Menetelmät</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Yrityskuvaukset</b>	<b>19</b>
5.1	Tutkimusyritys A	19
5.2	Tutkimusyritys B	20
5.3	Tutkimusyritys C	20
5.4	Tutkimusyritys D	20
5.5	Tutkimusyritys E	21
5.6	Tutkimusyritys F	21

<b>6</b>	<b>Työtehtäviin liittyvä kommunikointi ja ulkoiset kontaktit</b>	<b>22</b>
6.1	Kommunikointi	22
6.2	Koulutukseen liittyvät kontaktit	24
<b>7</b>	<b>Työtehtävien suoritus työpaikoilla</b>	<b>26</b>
7.1	Kappaleiden käsittely	26
7.2	Ohjelmointi	27
7.3	Esiasetustoiminta	28
7.4	Asetusten tekeminen	29
7.5	Kappaleiden valmistus	30
7.6	Kehitystyö	32
7.7	Työtehtävissä tarvittava osaaminen	32
<b>8</b>	<b>Työympäristö</b>	<b>33</b>
8.1	Konepajojen työtilat	34
8.2	Apuvälineet ja ohjemateriaalit	35
8.3	Ilmapiirihavainnot	36
8.4	Työympäristön kehittäminen	37
<b>9</b>	<b>Koulutus ja oppiminen</b>	<b>38</b>
9.1	Koulutuksen järjestelyt yrityksessä	39
9.2	Kannustaminen	40
9.3	Oppiminen työpaikalla	41
9.4	Tärkeimmät oppimistarpeet	44
<b>10</b>	<b>Seurantajärjestelmät</b>	<b>45</b>

<b>11</b>	<b>Havaintojen tulokset yrityksistä</b>	<b>47</b>
11.1	Ohjelmien tekeminen	47
11.2	Koneistajan matematiikka	49
11.3	Esiasettelu ja asettaminen	50
11.4	Työstäminen	51
11.5	Yleinen työympäristöosaaminen	52
11.6	Kannustaminen	53
<b>12</b>	<b>Kehittymisen mahdollisuuksia</b>	<b>53</b>
12.1	Tiedonhallinta	54
12.2	Matematiikka ja logiikka	54
12.3	Ohjelmointitavat	55
12.4	Kokonaisuuden hallinta	56
<b>13</b>	<b>Osaamismatriisi ja osaamiskartoitus</b>	<b>57</b>
<b>14</b>	<b>Työntekijän oppimisen hallinta</b>	<b>60</b>
14.1	Oppimistietokannan laatimisen perusteita	62
14.2	Esimerkkiluonnos tietokannan rakenteesta	66
<b>15</b>	<b>Yhteenveto</b>	<b>70</b>

## LÄHTEET

## KUVIOT

Kuvio 1. Hypoteettisen yrityksen Layout	14
Kuvio 2. Työtehtävien sijoittuminen osaamiseen	61

Kuvio 3. Laakeripesä	63
Kuvio 4. Tuotteen työvaiheistus ja polku työstövaiheeseen	65
Kuvio 5. Ohjelmointitehtävän suorittamisessa tarvittava ammattitaito	67
Kuvio 6. Osaamistietokanta ajattelu	68
Kuvio 7. Tuoteperheajattelu	69

## TAULUKOT

Taulukko 1. Esimerkki osaamismatriisista	58
Taulukko 2. Esimerkki osaamiskartoituslomakkeesta iTNC530-ohjaukselle	59
Taulukko 3. Ohjelmointitapojen vertailu	64

# 1 Johdanto

Ajatus selvittää työpaikkojen toimivuutta oppimisympäristönä lähtee omasta melko laajasta työkokemuksestani erilaisissa työtehtävissä ja harrastuksissa. Ajatukseni oppimisesta tukeutuu ihmisen sisäiseen haluun kehittyä ja tehdä työtehtävänsä mahdollisimman hyvin.

Omaan luonteeseen, joka ei jätä minua rauhaan, kun näen tai koen jotakin tehtävän vähemmän järkevästi. Tämä pakottaa ottamaan asiaan kantaa, että usein myös tekemään asialle jotain kehittävää. Sitä kautta olen mielestäni oppinut enemmän kuin virallisten suunnitelmien kautta. Lisäksi tämä itse hankittu osaaminen antaa mahdollisuuden poimia näkemyksiä laajemmalta sektorilta kuin vain virallisten kanavien kautta hankittu.

Kaikessa oppimisessa on pohjalla jonkin asteinen suunnitelma, minkä avulla asetetaan tietyt tavoitteet. Usein lopullisen päämäärän hahmottaminen on kuitenkin vaikeaa jopa niitä ammatikseen tekeillä ihmisillä. Perustana on hyvä käyttää valtakunnallista tutkintorakennetta, jota tosin työpaikalla työskentelevät ihmiset eivät sellaisenaan itse useinkaan onnistu tulkitsemaan niiden yleissävyisen ilmaisutavan vuoksi.

## 1.1 Opetussuunnitelmat ja henkilökohtainen oppimissuunnitelma

Opetusministeriössä on kirjoitettu erittäin täsmälliset opetussuunnitelmat eri tutkintotasojen varten, jotka on koneistuksen osalta porrastettu kolmeen tasoon: perustutkintoon, ammattitutkintoon ja erikoisammattitutkintoon. (Opetusministeriö 2001).

Useissa tapauksissa näiden vaatimukset eivät vastaa täsmällisesti tarpeeseen työpaikoilla. Erityisesti tämä tulee esiin työntekijöiden kohdalla, joiden ammattitaito on kehittynyt työtehtäviä tehdessä ja he tekevät työtehtävänsä erittäin hyvin. Vaikka he eivät välttämättä onnistuisi suorittamaan edes alan perustutkintoa, sen laajuuden



vuoksi. Kuitenkin heillä on paljon osaamista taustalla, mikä on hyvä pohja kehittää koko työpaikan osaamista. Tämä osaaminen olisi järkevää kanavoida henkilökohtaisten oppimissuunnitelmien avulla kasvuun, joka huomioisi sekä henkilökohtaiset tavat että edellytykset oppia. Itse näen tekemisen hyvässä ympäristössä työpaikalla parhaana mahdollisena paikkana oppimiselle, koska kaikki oleellinen informaatio ja työkalut ovat todellisia.

## 1.2 Teknologia

Monet nykyaikaiset koneet ovat kehittyneet erilaisiin suuntiin, joten siirtyminen toisen tyyppiselle koneelle edellyttää aina uusien asioiden opiskelua. Usein tämä opiskelu tapahtuu muutaman päivän pikakursseilla, joissa jaetaan mahdollisimman paljon tietoa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Kouluttaja yrittää siis opettaa pahimmassa tapauksessa kaikki ne asiat parissa päivässä, jotka hän itse on oppinut usean vuoden aikana. Tämän jälkeen työntekijän oletetaan hallitsevan koneen käyttämisen riittävän hyvin ja pärjäävän yksin koneella tehtävien töiden kanssa.

Tästä syystä työtä joudutaan tekemään hyvinkin vajavaisin taidoin työntekijälle uudella koneella ja siten turvaudutaan ”vanhoihin hyviin menetelmiin”, vaikka koneesta löytyisi nopeammat ja paremmat mahdollisuudet tehdä työtehtäviä. Tämän tilanteen olen itse kokenut nuoruudessa, kun opiskelin FANUC-ohjelmointia. Tein aluksi kaikki ohjelmat G1- ja G0-koodin (perusohjelmointikoodi) avulla, vaikka koneessa oli useita työkiertoja eri toiminnoille.

## 1.3 Ohjautuvuus ja ohjaus

Rohkeus opetella uusia toimintoja itsenäisesti on erityisen tärkeä ominaisuus, mutta miten sen saa, ei ole aivan yksinkertainen asia. Eri tavalla toimiva toiminto edellyttää aina rajapinnan ylittämistä ja siten asian ajattelua. Tämä askel on helpompi ottaa, mikäli ilmapiiri ja tuki on myönteinen. Osa ihmisistä tarvitsee enemmän tukea kuin toiset ja on myös ihmisiä, joita jonkun pitää jarruttaa.

Vapaaehtoisissa tehtävissä ihminen alkaa kehittää itseään pienen alkuohjauksen jälkeen itse luoda omaa polkuaan kohti tavoitetta. Hän pyrkii löytämään itse tarvittavan tiedon, laatii oman oppimisohjelmansa itse, toteuttaa järkevästi tarvittavat harjoitukset. Tärkeiksi tekijöiksi tulee alkuvaiheen ohjaus, missä on helpoin vaikuttaa ihmisen valitseman suunnan yksityiskohtiin. Siis alkuvaiheen innostusta ei missään nimessä kannata tappaa, se on yksi parhaista kantavista voimista. Parhaiten tilanne säilyy innostavan, jos ihminen luottaa niihin osapuoliin, joiden kanssa hän työskentelee.

Keinot millä ihminen saadaan toimimaan itseään kehittävästi ja siten myös tukemaan koko työyhteisöä, eivät ole mahdollisia toteuttaa vain ”käskyillä ja määräyksillä”. Mikä on sitten toimiva tapa, riippuu varmasti myös yleisestä kulttuurista, että siinä mukana olevista yksilöistä. Olen seuratoiminnassa törmännyt muutamaan sellaiseen yhteisöön, missä on kehittynyt tietty ”kannustava ilmapiiri”. Miten se on syntynyt, kuka tai mikä on kaiken taustalla, ei ole aivan helposti nähtävissä. Lisäksi riskeinä on myös liian suuri innostuminen, joka voi johtaa siihen, että tekemisestä tulee ”uskonto”, johon ei voida ottaa mukaan enää uusia toimijoita.

#### 1.4 Teoreettisen ajattelun taustaa

Ylemmissä työtehtävissä puhutaan voimaantumisesta (Siitonen 1999), voimaantumisteorian perusteiden hahmottelusta ja (Heikkilä & Heikkilä, 2005) voimaantumisesta työyhteisön haasteena. Itse pidän tätä ajattelutapaa peruslähtökohtana nykyaikaisessa työpaikassa, missä työntekijän pitää itse tehdä työtä koskevat ratkaisut. Myös nykyaikaisen konepajan työtehtävät edellyttävät työntekijältään itsenäistä työskentelyä, mikä onnistuu hyvin vain, mikäli työntekijälle annetaan tilaa ja mahdollisuus voimaantua.

Ajatuksen kantavana voimana on ihmisen oma halu tehdä työtehtävänsä paremmin ja sitä kautta ottaa vastuu tehtävistään. Kun ihminen alkaa uskoa, että hän kykenee suorittamaan tehtävät ja vielä kehittämään niiden suoritusta, pystyy hän ilman pelkoa kehittymään työsäään ja siten saamaan paremman otteen myös tehtävistä, missä

tarvitaan henkistä rohkeutta. Edellytyksenä tälle on kuitenkin työympäristö, missä sallitaan myös erilaiset tavat toimia, sekä rohkaistaan ihmistä luottamaan omiin kykyihinsä. Koska kehittyminen on aina onnistumisten ja epäonnistumisten summa, edellyttää tämä kehittynyttä kulttuuria työpaikan toimintatavoissa (Siitonen 1999.)

### 1.5 Työtilanteen hahmottaminen

Yhtenä tavallisena maanantaiaamuna koneistaja aloitti työt koneella. Tehtävänä oli tehdä uusi asetus koneelle, tuotteena oli hieman vaativampi kappale kuin normaalisti. Hetkeä myöhemmin paikalle saapui tehtaan johtaja, joka käveli koneen ohi tiukasti tarkkaillen, mitään hän ei sanonut, mutta ilme oli paljon puhuva. Työntekijä istui piirustuksen kanssa ja mietti miten kappale olisi järkevä tehdä. Koska johtajan ”persona tunnettiin”, tuli työntekijälle ”paniikin omainen tunne”, että johtaja olettaa hänen vain laiskottelevan, lopetti työntekijä työn suunnittelun ja aloitti näennäisesti tehokkaan työskentelyn...

Asetuksen edetessä hän käytti hätäisiä ratkaisuja työmenetelmien suhteen, eikä onnistunut saaman yhtään kunnollista kappaletta aikaiseksi. Ulospäin kaikki näytti hyvältä, mies sinkoili vauhdilla paikasta toiseen, hien juostessa kasvoilla. Tosin kallis kone kulutti suurimman osan ajasta vain sähköä, kun jokaista kappaletta piti korjailla ja säätää.

Aika usein työn tehokkuutta arvioidaan yhä vielä työntekijän näennäisellä tekemisvahdilla, vaikka useimmissa tapauksissa ainoa merkittävä tekijä on kelvollisten tuotettujen kappaleiden määrä aikayksikköä kohden. Tämä arvo on usein enemmän riippuvainen käytetyistä menetelmistä kuin tekijän työpäivän aikaisten liikkeiden määrästä. Näitä menetelmiä on mahdollista kehittää vain, mikäli työn aikana annetaan mahdollisuus tehdä systemaattisia ratkaisuja. Ne toki vaativat aina hieman aikaa ja mielellään asiantuntevan ohjauksen oikeaan suuntaan, ennen kuin ne alkavat tuottaa.

Toiminnan kehittäminen työpaikalla onnistuu helpommin ympäristössä, missä kaikki osatekijät alkavat toimimaan yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Miten tämä voidaan saavuttaa niin, että yksilöt kokevat myös itse saavansa sitä kautta etuja. On erittäin vaikea myydä uutta tuotetta tai menetelmää, mikäli se ei ole parempi kuin jo käytössä oleva.

Jokaisella yksilöllä on omat päämäärät ja tavoitteet, jotka ohjaavat yksilön toimintaa, mikäli ne onnistutaan havaitsemaan ja hyödyntämään, on helpompi saada yksilö toimimaan yhteisten päämäärien hyväksi. Uskoakseni vain harva yksilö toimii yhteisön hyväksi pyyteettömästi, vaan etsii keinoja hyötyä itse yhteisöstä.

## **2 Tavoitteet**

Yleisesti työn tavoite on tuottaa tekijälleen voittoa, siis kun jotain tehdään, pitäisi arvon myös nousta, että tekemisessä olisi jotain järkeä. Myös tämän selvityksen tarkoituksena on avata mahdollisuuksia koulutuksen tuotteistamiseksi suoraan yrityksille ja yritysten tarpeisiin. Tieto joka saadaan suoraan tapahtumapaikalta ja sitä työtä tekeviltä, joihin tiedolla on tarkoitus vaikuttaa, antaa ajankohtaisimman kuvauksen tilanteesta.

Nämä ihmiset, jotka tekevät päivittäin omia työtehtäviään tuotantoympäristössä, omaavat ison potentiaalin näkemyksiä, mitkä asiat ovat heidän työssään oleellisia. Usein ongelmana on saada se kokemusperäinen tieto esiin ja sitä kautta hyödynnetyksi työympäristön kehittämisessä. Monesti vastaukseksi saadaan kommentteja, jotka kertovat enemmän tunnepuolen asioista kuin oppimiseen ja kehittämiseen liittyvistä asioista.

Esimerkiksi: ”Mä sanoin jo kymmenen vuotta sitten, miten tää homma menis paremmin, mut ei ne sillä yläkerrassa mitään tehny”

Tai: ”Ei mul oo tässä hommassa mitään kiinni, mä oon täällä vain töissä”

Ihminen joka on vuosia työskennellyt samassa työssä ja kokee että mikään ei ole vuosiin kehittynyt, vaikka monia kehitysprojekteja on ollut, menettää kiinnostuksen vaikuttaa työhönsä. Se mikä tähän johtaa, ei välttämättä ole aivan yksiselitteinen asia. Siihen vaikuttavien tekijöiden summa on kuitenkin oleellisin tekijä. Jotkut henkilöt saattavat menettää ”uskonsa” jo yhdestä takaiskusta ja toiset voivat selvitä lähes häiriintymättä useista vastoinkäymisistä. Useimmissa tapauksissa juuri nämä selviytyjät kuitenkin pyrkivät hakeutumaan mielekkäämpiin ympäristöihin työskennellä.

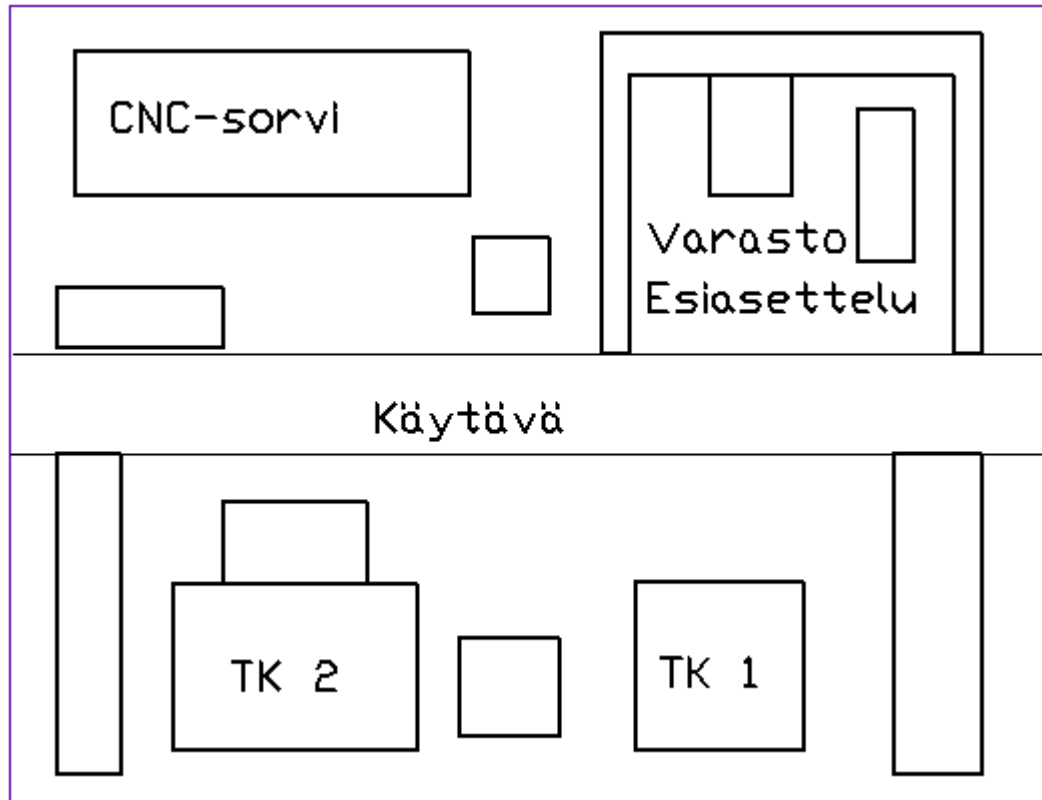
I. Tavoitteeseen; aina puhutaan, että työntekijät ovat työpaikan tärkein voimavara ja johtajan työkalupakki. Kuten me kaikki tiedämme hyvin pidetyt ja huolletut työkalut toimivat paremmin, kuin ruostuneet ja vaurioituneet työkalut. Siten pääajatuksena tällä työllä on löytää toimivia menetelmiä tukea työntekijöitä kehittämään itseään ja siten pitämään itsensä paremmassa vireessä. Mukana tulee myös koulutuksellinen osa, jonka tarkoituksena on kehittää suoraan työpaikalla tapahtuva oppimista, niin että sen järjestäjät osaisivat paremmin sovittaa sen työpaikan tarpeista lähteväksi.

II. Toisena oleellisena osana on selvittää tapoja viedä eteenpäin itsenäistä kehittymistä työssä ja sen avulla saatavia etuja. ”Tämän saavuttamiseksi pitää kaikki osapuolet saada vakuuttuneeksi, että pitkäjänteisellä ohjauksella ja tukemisella saavutetaan parempia lopputuloksia kuin yksittäisillä patenttiratkaisuilla.” Näihin nopeisiin ratkaisuihin päädytään, koska todellinen osaamisen taso ei ole tiedossa. Hankalinta pitkäjänteisessä oppimisessa on ehkä sen vaatima jatkuva harjoittelu, jota ei kannattaisi koskaan lopettaa. Toki kaikessa harjoittelussa pitää olla myös palautusjaksoja kuten urheilussa, ettei ajeta harjoittelijaa ylikuntoon.

### **3 Tilanteen asettelu**

Otetaan ajattelumalliksi hypoteettinen yritys, jonka avulla on tavoite lähestyä varsinaisista yrityksistä saatavaa informaatiota. Yrityksen käytössä on 2 CNC Työstökeskusta ja CNC ohjattu sorvi ohjelmoitavalla C-akselilla. Lisäksi yritys sisältää useita manuaalisia aputyökoneita, katso kuvio 1. Layout, kuva esittää tilan

hyvin pelkistetyksi. Tämä työstösolu toimi omaa tuotetta valmistavan yrityksen sisällä ja työstää yrityksen omia tuotteita.



*Kuvio 1. Hypoteettisen yrityksen Layout*

Tässä tapauksessa layoutia tarkastellaan oppimisympäristönä, missä työntekijöillä on mahdollisuus kehittää osaamistaan. Koneiden ja laiteiden sijoittelua ei työpaikoilla suoraan ajatella oppimisen näkökulmasta, vaan tuotteen valmistuksen pohjalta. Tämä ei kuitenkaan estä rakentamasta oppimista paremmin edistäviä ratkaisuja, jotka samalla tukevat koko työsolun oppimista. Olisi ehkä syytä puhua koko työyhteisön oppimisesta, joka ei katoa yhden ammattilaisen vaihtaessa työpaikkaa. Ajatusta kannattaa lähestyä tavaroiden varastoimisen kautta, missä jokaisella tuotteella on oma vakiopaikka, mistä jokainen löytää sen tarvittaessa, ilman jokaisen lokeron erillistä avaamista. Myös suuri osa osaamisesta on mahdollista varastoida yrityksen sisällä avoimesti. Vanha tapa, missä jokaisella on henkilökohtaisia ”jemmoja”, ei mahdollista muille pääsyä tarvittavan tiedon luokse. Usein myös sen omistaja kadottaa dokumentoimattoman osaamisen osoitteen.

### 3.1 Informaation sijainti

Kun tehdään tuottavaa työtä, pitäisi kaiken työssä tarvittavan materiaalin olla mahdollisimman lähellä työpistettä. Jokin tehtäessä työskennellyt tietää miten turhauttavaa on hakea sopivaa työkalua tai tarviketta ympäri hallia ja kun se lopulta löytyy, huomataan sen olevan rikkoutunut. Sama tilanne on tarvittavan informaation ja ohjeiden kohdalla, joita voidaan myös opiskelumateriaaliksi kutsua.

Kun tehdään asetusta koneelle tai kirjoitetaan sille ohjelmaa, on hyvä saada ohjeet käyttöön vain ”yhden napin painalluksella”. Mikä tarkoittaa että työpisteen yhteyteen rakennettu järkevästi järjestetty kirjasto voidaan hyödyntää helposti. Uusimmat ohjaukset antavat mahdollisuuden hyödyntää normaalia Windows-käyttöjärjestelmää, kuten esimerkiksi TNC530-sarjan Heidenhain-ohjauksella varustetut työstökoneet.

Myös vanhemmille työstökoneille on erittäin edullista liittää rinnalle tietokone, jonka avulla on mahdollista samanaikaisesti työtehtävien rinnalla hakea tarvittavaa informaatiota, kirjoittaa ohjelmia, opiskella uusia asioita ja myös olla yhteydessä internetiin. Tämä saattaa aiheuttaa epäilyitä, että ei se työntekijä sillä muuta tee kuin viettää aikaa internetissä. Itse kuitenkin uskon, että hyvässä työympäristössä tähän uhrattu aika ei ole ongelma, koska työntekijä itse kirjoittaa työsopimuksen työnantajan kanssa ja tämä sisältää aika tarkasti työntekijän velvollisuudet työnantajaa kohtaan. Ne on tosin syytä käydä läpi työsopimusta kirjoitettaessa ja joissain tapauksissa myös jo aikaisemmin työsopimuksen tehneiden kanssa.

Myös perinteistä työkorttimenetelmää ei kannata unohtaa, koska useimmille vanhemmille työntekijöille tämä on turvallisempi ja tutumpi tapa. Vanhempien työntekijöiden kiinnostuksen tietokoneella tehtäviin asioihin saa puolelleen, vain jos järjestelmä todella helpottaa heidän päivittäistä työtään.

### 3.2 Kysymysten asettelu työtehtävien selvittämiseksi

Lähtökohtana voidaan nykyisin pitää, että lähes jokaisessa työpaikassa ihmiset ovat kontaktissa eri työhön vaikuttavien ryhmien kanssa. Lisäksi kuvioissa on usein myös tukihenkilöitä tai tukiorganisaatioita, jotka tarvittaessa avustavat työn suorittamisessa. On myös yrityksiä, joissa on oma opiskelupaja uusille mahdollisille työntekijöille, sellaisen näin viimeksi Saksan opiskelujeni aikana Waldrich Coburg:in tehtaalla. Tämä työpaja antaa työnantajalle mahdollisuuden panostaa itse tärkeinä pitämiin asioihin ja samalla teettää oppijoilla työpaikan töitä. Mukaan tulee myös mahdollisuus seurata oppijan kehittymistä ja siten paremmin varmistaa yrityksen tulevaisuuden työvoima.

Virhetilanteiden toimintamallit ja ohjeet liittyvät erittäin läheisesti oppimiseen, koska kerran tehty virhe kannatta oppia pois koko työpaikalla. Virheiden (Reklamaatio) analysointi ilman korjaavia toimenpiteitä ei yleensä hyödytä, koska se vain lisää työtehtäviä ja byrokratiaa. Mikä olisi oikea tapa oppia virheistä, tätä yrittävät ratkaista useat erilaiset laatujärjestelmät, mutta itse näen avainasemassa olevan työympäristön ja siinä toimivat ihmiset.

Työtehtävien suorittamistapa, käytetyt työkalut ja apuvälineet määrittävät pääosan työn sisällöstä. Mikä menetelmä ja mitä työkaluja käytetään, on riippuvainen työstettävien kappaleiden ominaisuuksista. Tämä on oleellinen osa tutkimusta, koska työn tekotavalla voidaan vaikuttaa mahdollisuuksiin oppia työn ohessa. Jos kaikki aika työssä kuluu säätämisen ja korjaamiseen, ei voida olettaa työntekijällä olevan mahdollisuuksia oppia kovin paljoa lisää. Vanhaan hyvään aikaan oli toki tapana säätää koneiden asetuksia työn aikana, mikä oli melko vaativaa käsityötä korvakuulolla tehtynä.

Oleelliset asiat työstettäessä ovat:

- käytetyt ohjelmien hallinta- ja tallennusmenetelmät
- ohjelmointimenetelmän valinta
- asetus- ja esivalmistelutoimenpiteet



- valmistustilanteen tapahtumaketjut ja käytetyt kiinnitysmenetelmät
- työstötyökalujen käyttö ja huolto
- kappaleiden laadunvarmistukset
- työvälineiden löytyminen ja saatavuus
- logistiikka (miten tuote kulkee koneen ympäristössä)
- työympäristön toimivuus

### 3.3 Työnohjaus ja perehdytys

Uuden työntekijän kohdalla tarvitaan aina koulutusta, jos ei muuhun niin työpaikan tapojen selvittämisen. Tätä varten on useilla työpaikoilla valmis materiaali, jota myös ennakoivan työsuojelun materiaaliksi kutsutaan. Tilanne, missä uusi työntekijä tulee taloon ja kirjoitetaan työsopimus tai se sovitaan suullisesti. Sen jälkeen hänelle näytetään, tuossa on työsi ja paikkasi, ala painaa. Ei kaikeksi ole enää käytössä missään normaalissa yrityksessä.

Opastuksen ja ohjauksen osalta selvitetään onko yrityksessä:

- koulutusjärjestelmä ja/tai suunnitelma
- työhön opastaja
- miten opastus on järjestetty
- asetettu tavoitteita ja kannusteita työntekijöille
- itseopiskelumateriaali ja millaista se on
- työnkierto (mahdollisuus vaihtaa työtehtävää säännönmukaisesti)

### 3.4 Työympäristön tilanne

Yleinen ilmapiiri ja työympäristö vaikuttavat voimakkaasti, miten ihminen käyttäytyy työpaikalla. Tämä vaikutus voidaan nähdä molempiin suuntiin ja sen suunnan vaihtaminen vaatii aina enemmän ponnistuksia, kuin vauhdin muutos.

Ensimmäinen tekijä on yleinen järjestys, mitä itse pidän vahvimpaan merkinä työpaikan ilmapiiristä. Toki jokaisessa konepajassa on lastuja lattialla, mutta jos ne ruostuvat sijoilleen, niin kaikki ei ole kohdallaan.

Toinen tärkeä tekijä näkyy ihmisten käyttäytymisessä toisiaan kohtaan, mutta tämän havainnointiin luotettavalla tasolla vaaditaan jo melko pitkäaikaista työpaikalla tarkkailua, joten tähän en voi tämän työn puitteissa kovin tarkasti paneutua. Lisäksi mukaan tulee työpaikkojen huumori, mikä saattaa olla joskus hieman harhaanjohtavaa ja edellyttää sitä viljelevien persoonien tuntemista.

Kolmantena tekijänä on työympäristön rakenteellinen ratkaisu, mikä mahdollistaa kitkattoman ja järkevän toiminnan. Jos esimerkiksi ohjelmien editointipaikka on kaukana työpisteestä, jää usein työn ohessa tehty ohjelmien kehittäminen tekemättä. Tämä tosin koskee pääsääntöisesti vanhempia ohjauksia, missä ei ole taustaeditointimahdollisuutta, tai muistin määrä on rajallinen.

Työympäristön ja siinä tarvittavan osaamisen osalta tiedustelen myös eri osapuolten omakohtaisia näkemyksiä, mitkä asiat parantaisivat työntekoa tai oppimista työpaikalla. Lisäksi hyödynnän perinteistä rasti ruutuun lomaketta, jolla tiedustelen käyttäjien omaa halua oppia lisää.

## **4 Menetelmät**

Tehtävän suorittamiseksi tein haastatteluja eri tyyppisissä ja eri kokoisissa konepajoissa. Kohderyhmäksi otin melko kapeana teknisen alueen, mikä rajoittuu CNC-ohjatuin työostokoneisiin ja niiden työympäristöön. Haastattelupohjan laadin oman henkilökohtaisen työkokemukseni perusteella, pyrkien sisällyttämään siihen vain olennaisen asiasisällön. Haastattelupohjan lisäksi toinen tärkeä tietolähde on omien aistieni avulla saatava havaintotieto yrityksistä, joissa vierailin. Valitsin haastattelumenetelmän, koska ihmiset arvostavat aina enemmän henkilökohtaisia kyselyitä kuin verkossa olevia lomakkeita. Samalla on mahdollisuus tehdä havaintoja, joita on mahdoton tehdä, jos ei käy paikanpäällä. Heikkoutena ovat saatavan

informaation rajoittuminen muutamaan yritykseen ja menetelmän kustannukset. Toisaalta jo muutaman vierailun jälkeen alkavat vastauksissa toistumaan tietyt asiat, jotka ovat oleellisia.

Omien kokemusten ja näkemysten merkitys on merkittävässä roolissa tutkimuksen selvityksessä ja varmasti myös tulosten analysoinnissa. Tämän kokemuksen hyödyntäminen on helpompaa, silloin kun on mahdollisuus tehdä havaintoja suoraan yrityksen toimitiloissa. Usein myös unohdetaan yksi hyvä menetelmä tuloksen löytämiseksi tai ainakin sen varmistamiseksi. Urheilussa usein hyödynnetään manttaaliharjoittelua ennen varsinaista suoritusta, jota kautta suoritus käydään mielessä useaan kertaan läpi, ennen varsinaista kilpailua. Tämä tapa ajatella hypoteettisella tasolla suoritusta auttaa usein keskittymään itse tehtävän oleellisiin kohtiin. Tässä tutkimuksessa tämä tarkoittaa asettumista työpaikalla olevien haastateltavien asemaan, kun ulkopuolinen henkilö tulee häiritsemään heidän töitään.

Varsinainen haastattelu tehtiin kuudessa yrityksessä, jotka valitsin osin tutuista yrityksistä, joiden taustat tunnen ja osin yrityksistä, joita en tunne. Asiat joita kysyin, selviävät tarkemmin seuraavissa kappaleissa, missä niiden tarkoituksperät esitellään.

## 5 Yrityskuvaukset

Tein haastattelut kuudessa yrityksessä 6.11 - 22.12.2008. Yritykset ovat kaikki keskisuuria konepajoja ja lähes kaikissa oli päätoimialana koneistus. Muutamat toimivat puhtaasti alihankinta-periaatteella ja muutamalla on osa tai pääosa koneistuksesta varattu omaan suurempaan tuotekokonaisuuteen.

### 5.1 Tutkimusyritys A

Konepajan käytössä oli Työstökeskus, mitä käytettiin yrityksen omien tuotteiden koneistukseen. Työstökeskuksella työskentelee säännöllisesti kaksi työntekijää kahdessa vuorossa. Koneelle koulutetaan parhaillaan kolmas käyttäjä, joka työskentelee samanaikaisesti osittain manuaalisilla työstökoneilla. Kaikkien

koneistajien taustalla on pitkä työkokemus manuaalikoneilla, joten he tekevät monia valintoja työtehtävien suorittamiseksi oman käytännön kokemuksen pohjalta.

## 5.2 Tutkimusyritys B

Konepaja on alihankintakonepaja ja sillä on useita CNC-ohjattuja työstökoneita, joilla valmistetaan keskisuuria ja pieniä kappaleita. Yrityksellä on myös oma tuote, mitä se markkinoi asiakkaan tarpeisiin. Koneilla työskennellään kahdessa vuorossa ja yhdellä koneella tehdään ajoittain myös miehittämätöntä tuotantoa. Työntekijät vaihtoivat ajoittain koneelta toiselle ja useammalla vanhemmalla työntekijällä on kyky hallita useita koneita. Työvuorot on rakennettu henkilöstön osalta, siten että vuorossa työskentelee jokunen enemmän osaava vähemmän hallitsevien kanssa.

## 5.3 Tutkimusyritys C

Yritys on suurien ja keskisuurien kappaleiden koneistamisen erikoistunut konepaja. Yrityksen konekanta sisältää useita erilaisia työstökeskuksia ja sorveja. Tuotekoosta johtuen koneet ovat erittäin kookkaita. Koneilla työskennellään vuorossa ja niitä ei käytetä miehittämättömässä tuotannossa. Yritys laajentaa toimintaansa jatkuvasti ja hankkii uusia koneita, joita varten on rakenteilla lisää tilaa. Työntekijät ovat pääsääntöisesti erikoistuneet tietyille koneille, jotka he hallitsevat hyvin. Yrityksessä on käytössä ISO 9001-laatujärjestelmä ja se toimii myös käytännössä. Joukossa on myös asiakkaita, joiden kanssa tämä toiminta ei ole aivan aukotonta.

## 5.4 Tutkimusyritys D

Yrityksellä on oma tuote, johon se valmistaa osia. Mukana tuotannossa on myös muille asiakkaille alihankintana valmistettavia osia. Osat ovat pääosin pieniä ja keskisuuria, niissä olevat muodot tyypillisesti reikiä tai tasoja. Työtä tehdään pääsääntöisesti kahdessa vuorossa ja miehittämätöntä tuotantoa ei ole. Pääosa

työntekijöistä on erikoistunut tietyille yksittäisille koneille ja tekevät vain harvoin muuta työtä Yrityksessä on käytössä ISO 9001-laatujärjestelmä, jonka mukaan myös koulutus on organisoitu. Tuotannon ja varaston seurantaan on käytössä Sonet-ohjelmisto, millä seurataan tuotantoa ja kappaleiden varastointia. Sarjakokojen vaihdellessa yhdestä kappaleesta satoihin, on asetuksen vaihtotilanne usein merkittävä osa kokonaisajasta.

### 5.5 Tutkimusyritys E

Yritys valmistaa keskisuuria ja suuria alihankintatuotteita, mukana on myös muutama pienempi kappale. Yrityksen konekanta on pääosin suurille tuotteille soveltuvia aarporia ja niiden lisäksi on kaksi noin metriluokan kappaleille soveltuvaa paletteilla varustettua työstökeskusta. Työt tapahtuvat kahdessa vuorossa ja päivävuorossa työskentelee muutama työntekijä. Yrityksen asiakkaina on useita suuria suomalaisia vientiyrityksiä. Yrityksellä ei ole varsinaista laatujärjestelmää, vaan sen asiakkaat audittoivat sen toiminnan tarvittaessa.

### 5.6 Tutkimusyritys F

Yritys valmistaa pieniä ja keskisuuria tuotteita, jotka ovat pääosin akseleita ja holkkeja erilaisiin liikkuviin työkoneisiin. Tuotteiden valmistamiseen tarvittava karkaisu on myös yrityksen omissa tiloissa, joten kappaleiden kaikki vaiheet tehdään yrityksessä. Konekantaan kuuluu työstökeskusten ja sorvien lisäksi myös hiilletys-että induktiokarkaisukoneet sekä hiomakoneita. Yrityksellä on käytössä ISO9001 ja myös ympäristöjärjestelmä 14001. Työntekijöistä pääosa on vain käyttäjiä, joiden tehtävä on kappaleiden vaihto, mittaus ja käsittely. Lisäksi joukossa on myös muutamia, jotka osaavat enemmän. Työntekijät pyrkivät toimimaan tuotantosoluissa, joissa he osin itse jakavat työtehtäviä keskenään.

## 6 Työtehtäviin liittyvä kommunikointi ja ulkoiset kontaktit

Työntekijöiden toimintaan vaikuttavien henkilöiden määrä on riippuvainen yrityksen sisäisestä kulttuurista. Jokaisessa yrityksessä on omia malleja, mutta myös monissa asioissa toimitaan pääpiirteissään samoilla periaatteilla.

### 6.1 Kommunikointi

Työntekijä on useimmissa yrityksissä ensin yhteydessä työnjohtajaan, joka huolehtii töiden organisoinnista koneilla. Hän tuo seuraavat tehtävät, määrittää mitä työtä tehdään sekä millä koneella työ tehdään. Työntekijät tekevät myös yhteistyötä vuorokaverin ja muiden työntekijöiden kanssa. Yritykset, joissa työntekijät voivat sopia keskenään työtehtävien suorittamisesta, niin että heidän vuoronsa limittyy 15 minuuttia päällekkäin, parantaa yhteistyön mahdollisuuksia, jolloin työstöön liittyvät asiat on helpompaa hoitaa keskenään. Joissain yrityksissä koneen käyttäjillä on mahdollisuus keskustella tarjottujen kappaleiden työstämisestä ja niiden soveltuvuudesta kyseiselle työstökeskukselle. Tässä keskustelussa käydään läpi mahdolliset työstömenetelmät ja miten järkevää sen valmistaminen käytettävissä olevalla koneella on.

Ne yritykset, joissa työntekijöiden väliset kontaktit ovat muutaman viimeisen vuoden aikana lisääntyneet, ovat kokeneet sen edistykseksi. Sitä myös toivotaan jatkuvasti lisää, erityisesti työntekijöiden puolelta, koska se on parantanut selvästi työpaikan ilmapiiriä. Kun vuoronvaihdossa työntekijät keskustelevala työtehtävistä, niin että seuraava vuoroon tulija tietää missä mennään. Muutamissa yrityksissä työntekijät kommunikoiivat työhön liittyvistä asioista suoraan muiden vaiheiden valmistajien kanssa ja tarvittaessa myös muuntavat toimintaansa ilman työnjohdon käskyjä.

Ongelmatilanteissa työntekijät ovat ehkä usein liiankin epävarmoja ja kyselevät asioita ilman, että ensin hieman itse miettivät, miten työ tehdään. Virhetilanteissa työntekijä siirtää lähes aina ratkaisut työnjohtajalle, joka neuvottelee toimenpiteistä

asiakkaan kanssa. Monissa yrityksissä laatujärjestelmä antaa vastauksen virhetilanteiden osalta ja tätä pidettiin myös pääosin toimivana systeiminä

Yhdessä yrityksessä työntekijät sopivat vain harvoin töiden suorittamisesta keskenään ja ovat siten keskittyneet omaan tehtäväänsä. Tuotteita valmistavat työntekijät toimivat siten itsenäisesti ja saavat tarvittaessa apua vanhemmilta työntekijöiltä. Töiden ohjauksesta huolehtivat pääsääntöisesti työnjohtajat ja he muuttavat tarvittaessa koneille tulevien töiden jonoa.

Muutamissa yrityksissä työn suorittamista tukevia henkilöitä on enemmän kuin työnjohtaja, joista tärkein on menetelmämies tai ”vanhempi koneistaja”, joka on mukana työntekijän kanssa kehittämässä kiinnostimia ja työmenetelmiä. Usein hän hoitaa työstöön liittyvän työkalujen hankinnan tai ainakin esittää niiden hankintaa. Lisäksi joissain yrityksissä käydään tuotantopäällikköön kanssa keskusteluja tuotannon järjestyksen liittyvistä asioista, usein hänelle kuuluu myös oppimista tukevien järjestelmien parantaminen ja kehittäminen.

Omia tuotteita valmistavassa yrityksessä suunnittelija on tekemisissä työntekijöiden kanssa ja muuttaa tarvittaessa koneistettavan kappaleen muotoja. Tosin nämä muutokset tulevat voimaan vasta seuraavassa versiossa. Vaikka yhteistyötä on, sitä toivottaisiin olevan enemmän, koska usein jää epävarmuus onko muutos mennyt perille. Erityisesti työntekijät toivoivat enemmän palautetta muuttuneiden työtapojen osalta.

Muutamissa ohjelmointitilanteissa on turvauduttu myös ulkopuoliseen apuun ja tilattu ohjelmanosa koneteknologiakeskuksesta. Koneiden huollon ja korjauksen hoitaa maahantuoja tai ulkoistettu palvelun tarjoaja, niiden asioiden osalta, jotka eivät liity päivittäisiin ja viikoittaisiin toimintoihin

Tuotantosolutyypisessä toiminnassa kontaktit tapahtuvat vuoroissa, jolloin jokaisessa solussa on yleensä joku vanhempi, joka pystyy opastamaan vähemmän osaavia. Töiden suorittamisesta pyritään sopimaan siten keskenään ilman erillisiä työnjohtajien

käskeytä, tosin tämä ei aina tahdo onnistua. Virhetilanteita varten on työmääräimen raporttiosa, joka täytetään virheen sattuessa ja nämä käydään myöhemmin läpi. Virheet johtavat prosessiin, mikäli samaa tai saman tyyppistä virhettä esiintyy toistuvasti, perustuen ”Virhekoodiin”. Yleisistä työsuhteasioista vastaa tehtaan tuotantopäällikkö, jonka kanssa työntekijät sopivat laajemmista kuvioista ja kehittämisestä.

Tuotantosolun tärkein kontaktipinta työntekijän työskennellessä on vanhempi osaaja, johon usein myös luotetaan, ilman omaa näkemystä asiassa. Systeemin heikkoutena on uuden työntekijän itsenäisen työskentelyn oppiminen, koska on liian helppo saada neuvoja vanhemmalta osaajalta. Tuotannollisesti tämä helppo avunsaanti hyvä asia, koska se nopeuttaa usein ongelmatilanteiden ratkaisua ja siten parantaa tuotteen läpimenoa.

## 6.2 Koulutukseen liittyvät kontaktit

Koulutuksen osalta yritykset tekevät jatkuvaa yhteistyötä ammattioppilaitosten ja aikuiskoulutusten kanssa, osa hyödyntää myös teknologiakeskuksen palveluita. Monella yrityksellä on jatkuvasti työharjoittelijoita molemmista edellä mainituista oppilaitoksista. Myös ammattikorkeakoulun kautta otetaan ajoittain harjoittelijoita, mutta tämä ei ole niin säännöllistä. Muutamien työpaikkojen työntekijöillä on ammattitutkintoja ja tavoitteena on tehdä lisää yhteistyössä aikuiskoulutuksen kanssa. Oppisopimuskoulutusta hyödynnettiin usein ammattitutkintojen suorittamisessa ja näillä yrityksillä on edustus myös paikallisessa tutkintoiminnassa. Turussa olevilla yrityksillä on vähemmän kiinnostusta ammattitutkintoihin kuin muutamilla Turun ulkopuolella olleilla yrityksillä.

Uusille koneille peruskäyttökoulutuksen antaa yleensä koneen toimittaja, mikäli kone poikkeaa talossa jo olevista työstökoneista. Lisäksi tarvittaessa saadaan tukea myös myöhemmin koneessa ilmenneiden ongelmien osalta.



Yhden yrityksen tapauksessa, missä kone oli hankittu käytettynä, saivat käyttäjät koulutuksen koneelle ulkopuolisen kouluttajan taholta. Lisäksi työntekijät olivat osallistuneet koneteknologiakeskuksessa järjestettyyn kahteen koulutustilaisuuteen, missä he saivat melko laajapohjaisen paketin Heidenhaihin ohjelmointiin. Jatkotoimenpiteiden osalta on ollut kuitenkin vaikeuksia saada työpaikan tehtäviin soveltuvaa koulutusta, joka ottaisi huomion työpaikan ohjelmointiosaamisen tarpeet.

Vain harvalla yrityksellä on varsinaisia koulutusta antavia henkilöitä, vaan usein vanhemmat työntekijät opastavat nuoremmat työhön ja joskus myös toisin päin. Muutamilla työpaikoilla on muutamia hyvin työstään motivoituneita nuoria työntekijöitä, jotka oppivat koneiden toiminnan ja työstämisen oma-aloitteisesti.

Yhdellä yrityksellä on tavoitteena kehittää työntekijöiden oppimismahdollisuuksia ja ovat myös kiinnostuneita tarvittaessa panostamaan siihen. Yksi yrityksen edustaja näki selvän puutteen ammatillisten oppilaitosten ja AEL:n välillä olevasta kuilusta ja toivoi siihen väliin jotain pitempiketoista yrityksen tarpeeseen kohdennettua koulutusta.

Ohjelmointikoulutusta työntekijät saavat muutamissa yrityksissä AEL:n kursseilta, jotka ovat kuitenkin usein lähinnä perusohjelmointiin liittyviä kursseja. Työstötekniikan koulutuksen osalta työntekijät saavat usein koulutusta työkalujen valmistajilta heidän työkalujensa käyttöä varten, tästä on yhdessä yrityksessä tehty myös sopimus yhden työkalutoimittajan kanssa.

Yksi yritys koulutti lomautettuja työntekijöitä. Tästä koulutuksesta annoin itse suurimman osan ulkopuolisena kouluttajana. Koulutuksen oli myynyt paikallinen Aikuiskoulutuskeskus, mutta heillä ei ollut riittäviä resursseja toteuttaa koulutusta, joten he ostivat palvelun ulkopuolisen kouluttajan kautta. Tämä koulutus sisälsi työstötekniikan sekä sorvin ja työstökeskuksen ohjelmoinnin käsin kuin myös CAD/CAM-avusteisesti. Koulutuksen kesto oli yhteensä noin 18 päivää kolmen kuukauden aikana. Itselleni tämä tilanne on hyvä tilaisuus havainnoida yrityksen henkilöstön osaamista ja kykyä oppia lisää.

## 7 Työtehtävien suoritus työpaikoilla

Tehtävien suoritustapa on voimakkaasti riippuvainen työstettävän kappaleen kokoluokasta ja sarjan suuruudesta. Kaikissa käymissäni yrityksissä on keskitytty tekemään jotain tiettyä tuoteryhmää ja niistä poikkeavia töitä on vain harvoin. Suurimmat erot tehtävien suorittamisessa samantyyppisessä tuotannossa ovat valmisteluun liittyvät toiminnot.

### 7.1 Kappaleiden käsittely

Yrityksissä, missä kappaleet ovat suuria ja niiden käsittely vaatii aina erityistä huolellisuutta, vaaditaan työtehtävien tekemisessä erityisiä menetelmiä. Pelkästään kappaleiden käsittely pitää aina tehdä nostolaitteiden avulla. Kiinnittimille tämä asettaa tiettyjä lujuusvaatimuksia, kun kappaleet voivat painaa useita kymmeniä tonneja. Kiinnittimet suunnittelee yleensä erillinen suunnittelija, joka tekee yhteistyötä työntekijöiden kanssa. Yhdessä yrityksessä kiinnitystyökalut säilytetään varastossa ja ne merkitään koodeilla, mihin työhön ne kuuluvat. Toisaalta monessa muussa yrityksessä kiinnittimet lojuivat usein lattialla, eikä niitä ollut merkitty tunnisteella. Usein kuitenkin näitä suuria metriluokan kappaleita kiinnitetään lähes pelkästään peruskiinnityselementeillä ja kiinnitysrautojen avulla, millä ne asemoidaan työstökoneen pöydälle. Tehdyistä ”tälleistä” eli kappaleen asemoineista otetaan usein kuvia, jotka tallennetaan asetuskansioon.

Kun koneistettavien kappaleiden koko vaihtelee pääosin 50mm jopa 1000mm, voidaan kappaleita käsitellä melko paljon käsivoimin. Kappaleet kiinnitetään paletteihin, joissa on erikoiskiinnitin. Tämä on usein sovitettu tietylle tuoteperheelle ja se saadaan säädetyksi useille saman tuoteperheen kappaleelle. Kappaleiden asetuksista tallennetaan normaalisti tiedot muun muassa kuvina ja tiedostoina, mutta tallentamisessa on puutteita. Erilaiset tuoteperheet tarvitsevat paljon kiinnitystyökaluja

ja niiden säilytystä ei useinkaan ollut ajateltu ennakkoon, joten monet kiinnittimet lojuivat pitkin lattioita. Näissäkään tapauksissa kiinnitystyökalujen merkintää ei tehty, joten vain käyttäjät pystyivät sanomaan mihin ne kuluivat. Asiasta on keskusteltu lähes jokaisessa tapauksessa eri osapuolten välillä, mutta asia ei ole tiedostamisesta huolimatta parantunut.

Tuotannossa, missä tuoteperhe sisältää suuren variaation eri kokoluokkia samantyyppiseen kiinnittimen vaihdetaan vain soviteosaa. Pääosa työstä on kappaleiden vaihtamista koneisiin, joka suoritetaan isommilla kappaleilla nostinten avulla. Suurimmalle osalle kappaleista on valmiit ohjelmat, jolloin varsinaisten uusien ohjelmien tekeminen on melko vähäistä. Tuoteperhetyyppisessä tuotannossa pärjätään melko pienellä määrällä erikoiskiinnittimiä, myös muodon ollessa lähes poikkeuksetta lieriö tai sen sovellutus, ei kiinnittimien varastointi ole kovin suuri ongelma.

Yleisenä ongelmana monessa yrityksessä on palettien ja kiinnittimen säilytys koneen lähellä olevassa lattiatilassa, tilan puutteen vuoksi osa kiinnittimistä on myös jossain ”muualla”. Kiinnittimen soviteosat ovat jossain koneen lähellä olevassa kaapissa ja ne voi tunnistaa vain konetta pääsääntöisesti käyttävä työntekijä. Usein myös joudutaan kappaleet kiinnittämään peruselementtien avulla, mikä vie aina enemmän aikaa. Tämä on ongelma erityisesti aarporilla, joissa ei ole erillistä palettia tai asetuspöytää.

## 7.2 Ohjelmointi

Ohjelmat kirjoitetaan usein suoraan koneen käyttöpäätteellä, jolloin hyödynnetään usein koneen valmistajan oma ohjelmointidialogi. Ohjelmia on monessa yrityksessä mahdollista tehdä myös ATK:lla, missä on joko koneen valmistajan ohjelma tai CAD/CAM-ohjelmisto, mutta usein koneen käyttäjät kokevat sen hieman hankalaksi, koska he ovat tottuneet työstökoneen näppäimistöön. Erityisesti dialogiohjelmointi suoritetaan mieluiten suoraan työstökoneella. Muutamassa yrityksessä koneen lähelle on asennettu myös ohjelmointipaneeli, mutta ohjelmia kirjoitetaan usein edelleen vaihe vaiheelta työstökoneella koneistuksen edetessä. Tämä työtapo vie enemmän aikaa. Tavoitteena on kuitenkin muuttaa kulttuuria, siten että ohjelmat kirjoitettaisiin

kokonaan valmiiksi ennen varsinaista asetusta. Osa ohjelmista tehdään editoimalla vanhaa ohjelmaa, johon muutetaan vain uuden kappaleen muuttuneet mitat.

Ne yritykset, missä ohjelmointia varten on hankittu CAD/CAM-ohjelmisto, on niiden käyttö kuitenkin melko vähäistä. Eniten käytettiin WINCAM-ohjelmistoa ja jopa sen edeltäjää Dos-pohjaista NC-Plot ohjelmistoa, koska eräs vanhempi koneistaja totesi WINCAM:in hieman hankalaksi ja että hän on ”tottunut käyttämään vanhaa versioita”

Ohjelmien siirtoon käytetään langallista tai langatonta verkkoa, missä palvelintietokone on asennettu pienen tai pidemmän matkan päässä olevaan toimistohuoneeseen. Tiedosto ovat normaalisti varmistettu, mutta ajoittain on tilanteita, missä varmistusten väli kasvaa kohtuuttomasti. Ohjelmat säilytetään usein myös työstökoneiden kiintolevyillä. Tämä toimii kuitenkin vain uusimmilla ohjauksilla, koska vain uusissa on riittävästi muistia. Kutsumiseen käytetään lähes poikkeuksetta niin sanottua ”juoksupoika”-ohjelmaa.

### 7.3 Esiasetustoiminta

Ainoastaan yhdessä yrityksessä esiasettelu tehdään erillisessä tilassa, missä myös pääosa työkaluista säilytetään. Esiasettelija laittaa kaikki tarvittavat työkalut valmiiksi seuraava tehtävää varten, hän tietää myös koneiden vakiotyökalut. Tätä toimintaa varten kaikista uusista asetuksista tehdään asetuskortit, jotka tallennetaan asetuskansioon. Erään työntekijän mielestä olisi hyvä, jos järjestelmä voitaisiin viedä ATK:lle. Jokaisen asetuksen purkamisen jälkeen yhteisesti käytettävät työkalut toimitetaan varastoon.

Useissa muissa yrityksissä esiasettelua hyödynnetään osittain, monet paletit rakennetaan valmiiksi ennen asetusta, kun tiedetään tulevien töiden järjestys. Terät ovat pääasiassa koneiden työkalumakasiinissa, mikä yleensä riittää normaaleissa töissä. Teriä varten ei aina ole myöskään esiasettelulaitetta. Työstökeskukset käyttävät osin myös yhteisiä työkaluja ja ne ovat koneiden välisissä hyllyköissä. Näissä tapauksissa esiasettelun tekee yleensä koneen käyttäjä, toisinaan menetelmä mies tulee

avuksi. Monesti asetusten purku tuottaa ongelmia, koska useissa yrityksissä paikat ovat erittäin ahtaat, joten ”palikat pyörivät jaloissa”. Tämä on myös työturvallisuus riski. Asetuksesta vapautuvien työkalujen palautus oikealle paikalle on myös ajoittain ongelma. Usein aikaa kuluu myös seuraavan työstettävän kappaleen tai kappalelavan etsimiseen. Myös kappaleiden asetustiedot tallennetaan usein asetuskansioon ja joissain tapauksissa myös koneen vieressä olevalle tietokoneelle.

Muutamassa yrityksessä esiasettelua ollaan kehittämässä eteenpäin ja joukossa on myös jokunen, joka hyödyntää osittain tätä toimintamallia, mutta edistys on hidasta. Esiasettelua varten on yhdessä yrityksessä vanha varasto uusittu kokonaan ja sinne on hankittu tarvittava välineistö. Etenemistä hidastaa erityisesti asetuskorttien puute, joita tekevät vain muutamat työntekijät.

Lisäksi kahdessa yrityksessä ei ole lainkaan esiasettelua, eikä sitä varten ole olemassa erillisiä välineitä. Tätä perusteltiin yhdessä yrityksessä työkalujen vakioasemoinnilla, jota ei kovin usein tarvitse purkaa. Erillisiä asetuskortteja ei ole käytössä, vaan kaikkiin ohjelmiin on tallennettu asetus- ja terätiedot kommenttilauseina. Toisen yrityksen tapauksessa on CNC-työstökulttuuri vielä vaiheessa, joten entiset manuaalikoneen työntekijät opettelevat vielä uusia toimintamalleja.

.

#### 7.4 Asetusten tekeminen

Useissa yrityksissä ohjelman ja asetuksen tekivät samat henkilöt, jotka ajavat kappaleet. Muutamissa on ollut myös ajatuksia käyttää erillistä ohjelmoijaa, koska pätevien työntekijöiden saannissa on ollut hieman vaikeuksia. Asetusta voidaan suunnitella monesti etukäteen, koska useimmissa tapauksissa tiedetään seuraavaksi valmistettava tuote. Toisaalta kappaleiden ollessa pieniä ja kun niissä vielä on usein paljon purseiden poistoa, ei vapaata aikaa suunnitteluun yleensä jää. Kappaleiden koon ollessa suuri ja tuotesarjojen ollessa pieniä on itse koneistustyö osin sidottu jatkuvaan ohjelmointiin, mitä tehdään työstön edetessä.

Yritys jossa asettajalle toimitetaan valmiit työkalut, hän pääsee heti tekemään uutta asetusta koneelle. Kappaleiden asemointi tehdään 3D-mittalaitteen avulla tai uudemmissa koneissa digitaalisen mittapään avulla, josta mittatiedot tallentuvat silloin suoraan myös nollapistetaulukkoon.

Yritykset, joissa koneet on varustettu paleteilla, kappaleet asennetaan paletteihin, jotka odottavat sen jälkeen työstövuoroa. Tämä ei toimi aina saumattomasti ja kappaleita asennetaan paletteihin usein koneen seistessä. Kappaleet, jotka on asennettu vakiokiinnittimiin, voidaan työstää vain asetuksen yhteydessä tehtävän nollapistetarkistuksen jälkeen. Lisäksi on kappaleita, jotka pitää asemoida joka kerta ennen työstöä. Ongelmia on myös usein kappaleiden vaihdossa, koska lastut saattavat mennä palettien kosketuspintojen väliin. Tätä yritetään ehkäistä jäähdytysnesteen puhalluksen avulla.

Uusien ohjelmien kanssa toimittaessa on valitut työstöarvot varmistettava, koska taulukoista saatavat arvot on usein vielä säädettävä tilannekohtaisesti sopiviksi. Työstöarvoja valittaessa turvaudutaan usein korvakuuloon tai kaverilta saatuun tietoon. Valmistajan materiaaleja ei yleensä hyödynnetä kovin paljon. Toki joissain erikoistapauksissa käydään hakemassa oppia jopa Saksasta asti.

Tuoteperhetuotannossa sorvien asetustapahtuma sisältää vain muuttuneiden terien ja kiinnityssysteemin vaihtamisen, jolloin riittää lähinnä pakan vaihtaminen vetäväksi kärjeksi ja muutaman terän asemointia. Työstökeskuksilla on normaalisti enemmän teräpaikkoja, joten siellä pärjätään vähemmillä terien vaihdoilla. Ainoastaan kappaleen kiinnittimen vaihtaminen ottaa enemmän aikaa, mutta usein riittää vain soviteosien vaihto.

## 7.5 Kappaleiden valmistus

Isojen tuotteiden valmistuksessa on valmistusta seurattava jatkuvasti, koska työkalujen rikkoutumisen riski on melko suuri. Jokainen kappale mitataan ennen sen irrottamista työstökoneen pöydältä ja monessa yrityksessä kaikista kappaleista tehdään

mittapöytäkirja. Tässä tosin on poikkeuksia ja yhdessä yrityksessä suoritettiin mittauksia myös työstötapahuman ulkopuolella. Isojen kappaleiden viimeistelytyön ja pakkauksen tekevät useimmissa tapauksissa eri henkilöt, koska koneella on jatkuvasti työtä. Työstön ohien jää usein kuitenkin aikaa, mikä on mahdollista hyödyntää kehittämiseen, mutta koneen hallintalaitteiden välittömästä läheisyydestä ei voida poistua edellä mainittujen työkalujen rikkoutumisvaaran johdosta.

Muutamissa yrityksissä sarjatuotannossa valmistellaan muita asetuksia ja asennetaan kappaleita vapaisiin paletteihin. Käyttäjä jäystää ja puhdistaa valmiit kappaleet sekä tarvittaessa pakkaa ne. Sarjat ovat normaalisti melko pieniä, noin 10-20 kappaletta, siten eri paleteissa on usein erilaisia kappaleita. Tyypillisesti näissä yrityksissä koneen käyttäjä toimittaa kappaleet seuraavaan vaiheeseen, missä seuraavan vaiheen tekijä saattaa jo odottaa niitä.

Muutamissa uusissa koneissa on työkalun kulumisen ja rikkoutumisen seurantajärjestelmä, mutta sen toiminta ei ole ”luotettavaa”. Tai sen toimintaa ei ehkä hallita. Kappaleet mitataan yleensä koneen ulkopuolella niiden valmistuksen jälkeen, vain muutamissa tuotteissa ensimmäinen mittaustehdään koneessa. Varsinainen kappaleiden vaihto tapahtuu koneen paletteihin, koska siten koneen käyttöaste pyritään pitämään mahdollisimman korkealla.

Pitempien sarjojen aikana on usein vapaita hetkiä, jotka kuluvat usein työstön seuraamiseen ja radion kuunteluun. Osassa tuotteista joudutaan kuitenkin jatkuvasti poistamaan lastutukkoja työkalujen ympäriltä ja varmistamaan siten työstötapahumaa. Erityisesti erikoisemmista aineista valmistettujen kappaleiden työstäminen vaati erityistä huolellisuutta.

Yhdessä yrityksessä, missä työtapahtuma on usein sarjanajoa, tarkkaillaan terien kuntoa ja mittaillaan kappaleita. Useimmissa tapauksissa koneistaja käyttää yhtä tai kahta konetta riippuen kappaleiden koneistusajoista, jotka pyörivät muutamasta minuutista kymmeneen minuutteihin. Työhön kuuluu kappaleiden terävien särmien

poistaminen ja puhdistus. Työntekijä saa usein palautetta seuraavan vaiheen tekijältä, mikäli kappaleisiin on jäänyt jotain epämääräisyyksiä.

## 7.6 Kehitystyö

Kappaleiden kiinnittämisen kehittämiseen ja työstötekniikkaan panostaa lähes joka yritys. Muutamissa yrityksissä on oma henkilö, joka suunnittelee kiinnittimet yhdessä kappaleita valmistavien työntekijöiden kanssa. Yhden yrityksen tapauksessa asetuskiinnittimien tekemiseen osallistuvat menetelmämiehen lisäksi käyttäjät, minkä on havaittu parantavan kiinnittimien laatua ja myös työntekijöiden kiinnostusta työhön. Aikaisemmin ei ehkä ollut otettu tekijöiden näkemyksiä tarpeeksi huomioon. Työkalut tehdään pääasiassa itse manuaalikoneiden avulla ja niiden laatu on hyvä. Kiinnittimien merkintään on menetelmä mies kehottanut käyttäjiä kehittämään merkintäsystemin, jonka avulla työkalut yksilöityisivät tietyille kappaleille. Mutta työntekijät eivät vielä ole oikein kiinnostuneet asiasta, joten se ei ole oikein saanut tuulta purjeisiin. Menetelmä mies on entinen koneen käyttäjä CNC-sorveilla, missä hän on käyttänyt merkintäsystemiä ja pitää sitä tärkeänä ja työntekoa helpottavana. (moduulisysteemi osanumeroin)

## 7.7 Työtehtävissä tarvittava osaaminen

Useiden yritysten keskittyessä tietyn tyyppisen tuotantoon on myös osaaminen usein erikoistunutta. Jokaisessa yrityksessä, missä käyttäjät tekevät myös ohjelmat itse tarvitaan perusohjelmointitaitoja ja myös hyvää työstötekniikan osaamista. Joissain tapauksissa tarvitaan myös Plane-toimintoja (Työstötason kääntö) joiden avulla saadaan työstettyä vinoja pintoja, joita varten on kehitetty oma ohjelman osa. Parametristä ohjelmointia hyödynnetään monissa tehtävissä ja saadaan siten yksinkertaistettua ohjelmia. Lisäksi tuli tilanteita, missä tarvitaan trigonometristä osaamista, mikä tuntuu usein tuottavan suuria vaikeuksia.



Fanuc-ohjauksella varustetuissa koneissa hyödynnetään myös makro-ohjelmaa, mutta koneen käyttäjät eivät itse osanneet yleensä kyseistä ohjelmointia. Koneen kokonaishallinta edellyttää myös melko hyvää koneen tuntemusta ja kaikkia ominaisuuksia ei ehkä osata hyödyntää.

Harvemmin tarvittavia taitoja ovat Heidenhainin FK-ohjelmointi ja CAD/CAM-työstöratojen ohjelmointi. Tämä tietysti johtuu yritysten tekemistä tuotteista, joissa työstö on suurimmaksi osaksi suoria perusmuotoja ja porauksia. Tosin muutamissa tapauksissa on ollut tuotteita, missä tarvitaan myös parametrissa ohjelmointia ja trigonometriaa. Uusimpien koneiden osalta ei ole otettu käyttöön kaikkia ominaisuuksia, kuten smarT.NC tai taulukoiden avulla ohjelmointi.

Kiinnitysten ja työstämisen osalta tilanne on huomattavasti vaativampi ja edellyttää hyvän työstötekniikan hallintaa. Tämä tulee eteen erityisesti erikoisemmissa materiaaleissa, kun valmistetaan hankalasti kiinnitettäviä kappaleita.

Sarjatuotantoa valmistavissa yrityksissä tärkein työtehtävässä tarvittava osaaminen on koneiden hallinta ja sen työkalujen kunnossa pitäminen. Mittaaminen on toinen tärkeä osaamisalue, koska erillistä laadun tarkkailua ei ole. Työstötekniikan perusteet pitää myös jokaisen hallita, mutta erityisen tärkeää tämä on ainoastaan niille, jotka tekevät ohjelmia ja asetuksia koneille. Lisäksi yksi vanhempi koneistaja ilmaisi asian seuraavasti: ”Pitää osta hahmottaa suoraan kuvasta, miten homma menee”. Ohjelmien puolella on vain harvoin jotain erikoisuuksia ja suurin osa kappaleista onnistuu normaalin ohjelmointiosaamisen omaavalta henkilöltä.

## **8 Työympäristö**

Työn tekemisen vaikuttaa oleellisesti käytätettävissä olevat tilat ja välineet sekä miten näitä hyödynnetään. Oikein suunniteltuna ja ylläpidettynä niiden merkitys voi olla

erittäin ratkaiseva työn suorittamisen kannalta. Toisaalta monen yrityksen tilat on alun perin suunniteltu johonkin aivan muuhun kuin niiden nykyiseen tuotantoon.

### 8.1 Konepajojen työtilat

Monen yrityksen työympäristön yleinen ilme on melko meluisa ja hieman savuinen, lisäksi usein pajan tummuus tuo apean tunnelman. Erityisesti yrityksessä, jossa työstökone on levyhallin yhteydessä, on lämpötilan kanssa ajoittain myös ongelmia, kesällä on kuuma ja talvella on kylmää vetoa. Näistä syistä ilmanvaihdon parantamiseen esitettiin usein toiveita työntekijäpuolelta, erityisesti kesäajan lämpötila hankaloitti työskentelyä. Myös hitsaustöiden läheisyys joissain yrityksissä tuotti ajoittain epäpuhtauksia työpaikan ilmaan. Esiin tuli myös yksi yritys, missä tupakointi oli kielletty ja tätä ainakin haastatteleman työntekijä piti hyvänä asiana. ”Laki tietääkseni kieltää sen myös ilman erillistä kieltoa”

Muutamit yritykset oli suunniteltu huomattavasti pienemmälle konekannalle ja koneiden välit olivat täynnä kiinnittimiä ja puolivalmiita kappaleita. Työympäristönä vanha tehdas on normaalisti hieman sokkeloinen ja tilan puute on yleensä ikuinen ongelma. Käytävät olivat yleensä vapaat irrallisista kappaleista, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Muutama yritys on laajentanut tilojaan erillisellä lisäsiivellä, joiden siisteys ja järjestys ovat vanhoja tiloja paremmat.

Yksi yritys on alkanut panostamaan järjestyksenpitoon, tiloja yritetään siivota säännöllisesti ja käytävät pestään koneella, joka poistaa paremmin tummuutta aiheuttavat aineet vanhasta betonista. Siisteyden ja järjestyksen lisääntyminen on ollut ilmeistä viimeisen vuoden aikana. Olen vierailut yrityksessä aikaisemmin ja kehityksen havaitsi heti ensisilmäyksellä. Lisäksi esimiehen tavoitteena on jatkaa samaa linjaa, niin että ympäristö tulisi vielä paremmaksi.

Joukossa on myös yksi yritys, missä tehdään toimitilat on hyvässä järjestyksessä ja käytävillä vain vähän tavaroita, jotka eivät sinne kuulu. Tilat vaikuttivat ajatellun koneistusta varten ja koneiden ympärillä oli riittävästi tilaa työskennellä. Valaistus ja ilma olivat miellyttäviä, eikä meteli ollut mitenkään häiritsevän suuri. Koneiden

lähelle oli tehty työpisteitä, missä oli mahdollista säilyttää koneilla tarvittavat välineet, työkalut ja materiaalit. Koneiden ohjekirjat löytyivät myös koneiden läheltä ja uusille työntekijöille annettiin heti koneen käsikirjat. Tehtaan tilat on rakennettu juuri yrityksen tekemää tuotantoa varten.

Monella yrityksellä on keskeneräistä tuotantoa, mitä on varastoitu niin hyllylle kuin käytävien viereen lattioille. Lisäksi aika monessa yrityksessä on muutamia romuläjiä, jotka antavat hieman holtittoman vaikutelman. Samoin yhden yrityksen mittaustilassa oli mittakellot ladottu epämääräiseen kasaan, vaikka yrityksellä on laatujärjestelmä.

## 8.2 Apuvälineet ja ohjemateriaalit

Kaikissa mukana olleissa yrityksissä oli löydettävissä tarvittavat koneiden ohjekirjat ainakin englanniksi. Näitä säilytettiin usein koneiden omissa laatikoissa. Useimmissa tapauksissa kirjoja hyödynnettiin kuitenkin melko vähän ja ongelmat pyrittiin ratkaisemaan oman ”päähkäilyn” avulla, kuten sen eräs koneistaja minulle ilmaisi.

Usein materiaalit koneen ympärillä olivat hieman sekaisin ja piirustuksia oli jonkin verran sekaisessa nipussa työpöydällä. Yksi työntekijä kertoi säilyttävänsä niitä, jos niitä tarvitaan myöhemmin, mutta toisaalta vanhat piirustukset oli tarkoitus hävittää työpaikalta. Vain muutamassa yrityksessä oli tietokone suoraan työstökoneen vieressä ja siten hyödynnettävissä myös työstötapahytuman aikana. Usein tämä ohjelmointikone oli usean koneen yhteiskäytössä, sijoitettuna johonkin koneiden väliin. Muutamassa yrityksessä tämä ohjelmointipiste oli erillisessä huoneessa ja siten myös melko kaukana työstökoneesta.

Lähes poikkeuksetta työpaikan asettelu ei vaikuttanut kovin suunnitelmallisesti ajattelulta ympäristöltä itsenäiseen oppimiseen työn ohessa, eikä ehkä aina edes työn suorittamiseen. Työstökoneiden ympäristö on usein täynnä kiinnittimiä ja työkaluja, eikä edes koneiden välittömässä läheisyydessä oleva tietokone ollut aivan helposti saavutettavissa.

Yhdessä yrityksessä koneen lähellä on työpiste, missä on mahdollista kirjoittaa ohjelmat tietokoneella, josta löytyy myös tarvittavat tiedot eri työstötyökaluille. Tämän työpisteen lähellä on myös kaikki työssä tarvittava informaatio ja työkalut. Seuraava työtehtävä on myös tuotu työpisteen vieressä olevan lokeroon. Erityisen hyvältä näytti asetuksista tehty kansio ja usein tiedot myös tallennettiin tietokoneelle. Työntekijä kommentoi asiaa osuvasti, että ei näitä muuten kukaan normaali ihminen voi muistaa.

Yhdessä yrityksistä työkaluvarasto on uusittu ja sinne on hankittu myös esiasettelu-laitteisto, jota tosin ei vielä osata hyödyntää kunnolla. Tässä varastossa on työkalut erittäin hyvässä järjestyksessä ja ne löytyvät todennäköisesti huomattavasti helpommin kuin vanhasta varastosta. Mittalaitteet ovat omassa huoneessa ja ne on kalibroitu asianmukaisesti sekä niiden säilytys on hoidettu erittäin hyvin. Vastaava työkaluvarasto on ollut jo kauan eräässä toisessa tutkimuksen yrityksistä.

Useissa koneissa koneen oma ohjelmointipääte on melko epäergonominen, ainoastaan yhden uusitun aarporan ohjelmointipaneelin asemointia voisi sanoa hyväksi. Myös ohjelmointiin tarkoitettu tietokone on usein pienessä kopissa, jonka varustelu on hieman epäergonominen.

### 8.3 Ilmapiirihavaintoja

Henkisen puolen asioista keskusteltaessa työntekijät yleensä tukevat toistensa työskentelyä ja ovat valmiit auttamaan toisiaan. Siten ilmapiiri työntekijöiden välillä vaikutti hyvältä, mutta toki saunailloissa ilmenee ristiriitoja, tämä ilmeni yhden työntekijän kommentista. Toinen työntekijä kommentoi esimiesten kanssa käytävää kommunikointia lauseella: ”Työnjohtajat ei ymmärrä meidän huumoria” Yhden yrityksen ilmapiirin osalta ilmeni yksittäisiä ongelmia erään työntekijän osalta, missä hänen suhtautumisensa toisiin työntekijöihin oli outo. Esimerkkinä tilanne, missä hän näki työtehtävässä tapahtuvan virheen, mutta hän ei puutunnut asiaa, ennen kuin virhe oli tapahtunut. Tämän jälkeen hänellä oli niin sanotusti hauskaa.

Erään yrityksen työympäristön paraneminen ilmeni myös työn tuloksissa ja työntekijöiden tekemisessä. Työympäristön kehittyminen tuli esiin myös työntekijöiden mielipiteistä ja eräs vanhempi työntekijä kommentoi minulle, kun kysyin, ”että sinähän pääset pian eläkkeelle?” Vastaus oli ”valitettavasti” ”koska nykyään tämä työpaikka on mukava paikka tehdä töitä. Tyytyväisyyden lisäksi oli myös muita kommentteja, joissa toivottiin, että asiat edistyisivät nopeammin. Myös esimiestasolla oltiin edistykseen tyytyväisiä, koska työntekijät tekevät paremmin töitään.

Yhdessä yrityksessä työntekijä koki työympäristön kohtalaiseksi, vaikka koko ajan on liian kiire, mikä myös haittaa oman työn kehittämistä. Lisäksi kritiikkiä tuli uudesta käyttöasteen seurantajärjestelmästä, mitä pidettiin vain yhtenä tapana hiostaa työntekijää. Toisaalta keskustelu esimiehen kanssa toi esiin aivan muita päämääriä, jotka ovat enemmän tuotannon kokonaisläpimenoaikaan liittyviä.

#### 8.4 Työympäristön kehittäminen

Tärkeimpinä kehitystarpeina useimmissa yrityksissä nähtiin siisteyden parantaminen ja ahtauden vähentäminen. Myös työkalujen ja kiinnittimien säilytystiloja on parannettava, lisäksi niiden merkintää sekä tunnistettavuutta pitää kehittää. Toinen yleinen toivomus on ilmastoinnin ja lämmityksen parantaminen. Myös nostovälineiden kanssa pitäisi tehdä kehitystyötä, jotta kappaleiden käsittely sujuisi paremmin.

Yhden yrityksen työympäristön kehittämistarpeina nähtiin informaation kulkeminen, mikä ei toimi aivan niin hyvin kuin pitäisi. Tähän liittyi yhden erinäisiä käytännön hankintoja hoitaneen työntekijän poislähteminen. Tällä hetkellä ongelmat ilmenevät muun muassa koneiden turvalaitehankinnoissa, jotka jäävät toteuttamatta useimmista pyynnöistä huolimatta.

Myös tarve keskusteluun työntekijöiden kanssa on suurempi, jotta heiltä saataisiin ulos enemmän ajatuksia työn kehittämiseen. Tämä ilmeisesti tukisi myös työntekijöiden halua tehdä töitään paremmin. Yhden yrityksen esimies myös mainitsi, että hän ei aina näe niitä asioita, mitä pitäisi huomioida työskentelyssä, vaan ne unohtuvat työn kiireissä. Hänellä on taustalla oma kokemus koneen käyttäjänä ja siten hän tuntee myös työn käytännöllisen osan.

Työnteon mielekkyyden parantamiseen on kehityssuunnitelmia, jotka myös lisäävät työntekijöiden osaamisen tasoa. Jokaisen pitäisi osata mahdollisimman monta erilaista työvaihetta, joka antaisi joustavuutta tuotannon ohjaukseen. Esimies valaisi asiaa mainitsemalla tilanteen oleva tulossa osin siihen, mistä joskus kauan sitten oli lähdetty. Silloin ammattityöntekijä hallitsi usein tekemänsä työn ja koneet kokonaisuutena, eikä vain tiettyä suursarjatuotannon osaa. Tällä hetkellä kannatta tehdä erikoistuotantoa ja pieniä sarjoja, koska tusinatuotteet valmistetaan muualla.

Muutamassa yrityksessä kehittämistarpeena esille tuli esiasettelumenetelmien kehittäminen ja siten kyky tehdä asetuksia uudella tavalla. Tämä askel edellyttää aina muutoksia työntekijän tavassa toimia ja ajatella niin, että mahdollisimman moni asia voidaan tehdä koneajan ulkopuolella. Varsinkin paleteilla varustetuissa työstökoneissa kehittämistarpeina esiin tuli uudenlaisen ajatusmallin omaksuminen koneiden käytössä. Tavoitteena on kehittää toimintatapaa joustavampaan suuntaan, niin että koneen käyttöaste olisi mahdollisimman suuri.

## **9 Koulutus ja oppiminen**

Koulutukseen panostaminen ei ole yleensä varsinainen tavoite konepajayrityksessä, vaan usein jopa pelätään koulutettujen hakevan muualle töihin. Toisaalta jatkuvasti puhutaan, että mistään ei tahdo saada osaajia, jotka pystyvät tekemään itsenäisesti

vaativia koneistustöitä. Samoin on myös vaikeuksia saada työntekijöitä motivoitumaan opiskelemaan vapaaehtoisesti.

### 9.1 Koulutuksen järjestelyt yrityksessä

Kahdella yrityksistä on oma koulutusjärjestelmä, missä eri työntekijöiden osaaminen on kirjattu osaamismatriisiin. Ensimmäisessä tapauksessa tämä menee ammattitaidon mukaisesti ja järjestelmästä vastaa tuotantopääallikko, joka myös suorittaa työhön opastuksen, kun työntekijä tulee taloon. Varsinaisen työhön koulutuksen hoitaa vanhempi työntekijä, joka opettaa koneen käytön perusteet alussa ja auttaa myös jatkossa.

Toisessa on laatujärjestelmän mukainen koulutusjärjestelmä, jota kehitetään jatkuvasti. Järjestelmään liittyy myös osaamismatriisi, joka kertoo tilanteen osaamisen osalta. Sen avulla on tehty suunnitelmia eri työntekijöiden osaamisen parantamisesta esimerkiksi ammattitutkintoja suorittamalla. Välineenä tavoitteiden saavuttamiseen käytetään oppisopimuskoulutusta. Lisäksi parhaillaan kehitetään ”kannustinjärjestelmää”, joka myös vaikuttaisi palkkaukseen. Tämän pitäisi olla valmis 2010 ja toimia myös mittarina, joka kertoo onko edistystä tapahtunut.

Lopuilla yrityksistä ei ollut varsinaista koulutusjärjestelmää eikä varsinaista koulutuksesta vastaava henkilöä ollut nimetty. Tosin näistä tehtävistä vastasi yleensä tuotantopääallikko, näissä tapauksissa hänelle kuului myös opastuksen järjestelyt. Osin opastuksen hoitaa myös lähin esimies. Ohjauksen tarkoitus on lähinnä saada työntekijä tuottamaan koneella. Tämä vaihe kestää muutamasta päivästä viikkoihin, jonka jälkeen uusi työntekijä pärjää koneella lähes itsenäisesti tai niin ainakin oletetaan. Yhdessä yrityksessä perehdytykseen liittyy myös arviointijärjestelmä, joka antaa palautetta onnistumisesta.

Varsinaisen työtehtäviin opastuksen suorittaa normaalisti vanhempi työntekijä, joka neuvoa koneen käytön ja kappaleiden valmistukseen liittyvät asiat. Vain harvoin näillä työntekijöillä on koulutusta opastustehtäviin, eikä yksi haastattelemani

vanhempi työntekijä itse oikein pitänyt opastustehtävistä. Tosin yhdessä yrityksessä kolme koneistajaa on saanut myös työpakkaohjaajan koulutuksen, joka on järjestetty yleensä 2-3 päivän seminaarina. Nämä henkilöt opastavat nuorempia työntekijöitä, ja talossa olevia harjoittelijoita.

Eräässä yrityksessä on suunnitelmat kehittää oppimisen kannusteita. Työntekijät näkivät myös, että kehitystä on tapahtunut viimeisten vuosien aikana, mutta lisää selkeyttä kaivataan. Työhön opastuksen perusteista huolehtii yleensä työnjohtaja ja varsinaisen työn opastavat vanhemmat työntekijät.

Yhdessä yrityksessä ei ollut erillistä määriteltyä henkilöä joka vastaisi työntekijöiden koulutuksen suunnittelusta. Jokainen työntekijä on siten eräällä tavalla työtilanteen mukaisessa ohjauksessa, jossa työt ohjaavat tekijää. Työntekijöiltä puuttuu suunnitelmallinen tavoitteiden asettelu, josta he tietäisivät mitä heidän pitäisi osata. Molempien koneistajien kanssa oli ollut myös keskustelua ammattitutkinnon suorittamisesta ja siihen tarvittavan koulutuksen hankkimisesta, mutta käytännön työtehtävien tilanne on siirtänyt asian ajankohtaisuutta. Oma tulkintani asiassa on, se, että kappaleiden valmistuminen on koko ajan hieman myöhässä, eikä tällöin ole ollut aikaa osallistua koulutukseen.

## 9.2 Kannustaminen

Kannusteina useissa yrityksissä hyödynnettiin PARAKE-järjestelmää (Henkilön pätevyys ja suoritusten arviointi). Yhdessä yrityksessä tämä on vasta keskustelujen tasolla. Toinen yritys on juuri uudistanut sen ja se on nyt PARAKEN TVR 9 (Työn vaativuusryhmittely) mukainen, mikä huomioi paremmin erilaiset osaamisen tasot kuin vanha kolmeportainen jaottelu.

Yhden yrityksen käytössä on ollut lahjakortteja, joita jaetaan yksittäisistä parannuksista. Myös vuoden lopussa jaetaan bonuksia, mikäli tuotanto on mennyt hyvin. Palkkioiden kohdentamista varten kaivataan mittareita, millä palkkiot voitaisiin kohdentaa.



Yksi yritys käyttää koneiden käytön oppimista mittarina siten, että työntekijä on pystyttävä tekemään kappaleita mahdollisimman monella koneella. Tämä mahdollistaa siten useamman koneen yhtäaikaista käytön samalta henkilöltä. Monen koneen käytön osaavalle maksetaan myös parempaa palkkaa kuin vain yhden koneen käytön osaavalle käyttäjälle. Toisaalta ohjelmoinnin ja asetusten tekemisen osaaminen ei ollut niin merkittävä osa-alue kannusteissa tässä yrityksessä.

Eräässä yrityksessä oppimista ja kehittämistä tukevia palkkioita ei ollut käytössä, mutta jos joku kehittää jotain merkittävää, tulisiin tämä palkitsemaan. Näitä ei ollut muutoinkaan ajateltu enempää. Hyvin menneistä töistä kyllä kuulemma kiitettiin, mutta mitään konkreettista tapausta ei osattu mainita.

### 9.3 Oppiminen työpaikalla

Uuden koneen käyttöönoton peruskoulutuksesta huolehtii normaalisti maahantuoja. Se kestää yleensä noin 2-3 päivää. Tämän jälkeen käyttäjä saa opetella koneen käyttöä itsenäisesti yleensä englanninkielisten ohjekirjojen avulla. Uusien koneiden saaminen täyteen tuotantoon kestää yrityksestä riippuen muutamasta päivästä aina yli vuoteen, mikäli kone poikkeaa paljon entisistä. Ongelman on silloin ymmärtää uuden koneen toimintamahdollisuudet, joten koneella toimitaan perinteisellä tavalla, eikä osata ottaa käyttöön koneesta löytyviä uusia mahdollisia toimintatapoja. Poikkeuksena on yhden yrityksen toimintamalli, missä uusien koneiden liittäminen tuotantoon tapahtuu erittäin hyvin, johtuen yrityksen hyvästä koneiden hankintaan liittyvästä osaamisesta. Se on kehitetty säännöllisten konehankintojen kautta.

Työstötyökalujen käyttöön saadaan koulutusta työkalujen valmistajilta, jotka mielellään esittelevät omia tuotteitaan myyntitarkoituksessa. Tähän halutaan panostaa myös jatkossa, koska uusien ja tehokkaampien työkalujen käyttöönotossa olevaa rohkeutta ei tahdo löytyä työntekijöiltä. Yhden porauksen kohdalla tehokkaampi työkalu toi lähes ”10 kertaa” paremman tuottavuuden. Työntekijä ei aluksi

”suostunut” laittamaan terälle suositeltuja arvoja ja vasta ulkopuolisen tuen avulla homma saatiin toimimaan.

Jatkuvan oppimisen idea toimii muutamien nuorten työntekijöiden kohdalla hyvin ja he ovatkin kiinnostuneita jatkuvasti kehittämään omaa osaamistaan. He jopa neuvovat vanhempia työtovereitaan. Tätä itsenäistä oppimistoimintaa halutaan myös tukea ja antaa nuorille mahdollisuus jatkaa oppimista. Toisaalta on myös työntekijöitä, joilla ei ole juuri minkäänlaista kiinnostusta kehittää osaamistaan itsenäisesti. Nykyaikaisen työstökoneen oppimisen haasteellisuudesta kertoo tapaus, jossa työntekijä on käyttänyt konetta lähes neljä vuotta ja edelleen hänellä ”tutisee puntit” vaativammissa kappaleissa.

Yleensä työntekijöille ei ole asetettu varsinaisia tavoitteita oppimisen osalta, vaan työtehtävät asettavat tietyn vaatimuksen. Nämä ovat usein ohjelmallisesti melko yksinkertaisia peruskoneistuksia ja ohjelmointitaidon ylläpito ei edellytä kovin paljoa. Koneistustehtävät ovat pääosin erilaisten reikien ja tasojen työstöä, mikä ei vaadi kovin laajaa ohjelmointiosaamista tai CAD/CAM-ohjelmien hyödyntämistä. Vaativampia ovat erikoiset ja siten hankalasti työstettävät materiaalit. Lisäksi kappaleiden koko tuo käsittelyyn oman lisänsä, vaatien kiinnitysten ja asemoinnin kanssa erityistä huolellisuutta. Ajoittain on myös tilanteita, missä pitää laskea myös vinoon kulmaan tulevan porauksen koordinaatit trigonometrian avulla.

Osa työntekijöistä toivoo voivansa kehittää omaa osaamistaan hieman monimutkaisempien ohjelmointitehtävien kanssa, mutta usein samantyyppisten töiden toistuminen ei anna kovin paljoa vaihtoehtoja tehdä töitä toisella tavalla. Työnkierron avulla olisi mahdollista lisätä vaihtelevuutta, mutta se ei ole käytössä yleisesti. Useimmissa yrityksissä on vain muutama työntekijä, jotka pystyvät työskentelemään melko monella eri työstökoneella. Tosin uusia työntekijöitä yritetään käyttää eri koneilla tuotantotilanteen mukaan. Ongelmana on yleensä käyttäjän vaihtumisesta johtuva tuotantokapasiteetin laskeminen uuden koneen opetteluun aikana. Samoin lähes jokaisessa yrityksessä on muutamia työntekijöitä, joiden osaaminen on erittäin korkealla tasolla ja he pystyvät tekemään tietyissä määrättyssä tuotannon osa-alueilla

erittäin vaativia ammattitöitä. Heikkoutena on kuitenkin yleensä vain yhden ohjaustypin kunnollinen hallinta.

Yhdessä tapauksessa työnjohtajan rooli on erittäin voimakas, joten työntekijät eivät juuri tee keskenään työhön liittyviä ratkaisuja. Tämä on perua työpaikan vanhasta hierarkkisesta käskykulttuurista. Tosin tällä hetkellä yrityksessä on uusi suunta ja tilanne näyttää kehittyvän hieman vapaamuotoisemmaksi.

Yhdessä yrityksessä hiljentynyt tuotantotilanne on johtanut lomautuksiin. Niiden johdosta yritys on ryhtynyt kouluttamaan työntekijöitä ja näkee osaamisen kehittämisen tärkeänä. Koulutus sisältää yleisen työstötekniikan osaamisen, perusohjelmoinnin ja WINCAM-ohjelmoinnin.

Eräässä yrityksessä ohjelmointi sorvattavien kappaleiden kanssa ei vaadi mitään erityisen vaativaa osaamista. Tämä aiheuttaa myös osittaista osaamisen tason laskemista, koska työ ei juuri tarjoa uusia haasteita ohjelmoijalle. Toisaalta tuoteperheajattelun kautta on mahdollisuuksia kehittää tuotantoa niin, että saavutetaan nopeampia ohjelmointi- ja asetusajoja. Työstökeskusten ohjelmat ovat myös lähinnä erilaisia porauksia, tasoja, uria tai ympyräjärsintöjä. Yhdestä ohjelman listauksesta huomasi heti, että siinä olisi mahdollisuus tehdä osa muodoista parametrisesti ja lyhentäen siten ohjelmaa. Yhden uuden koneen kohdalla oli saatu koulutus koneen oman dialogin käytöstä, mutta sitä ei kuitenkaan ollut otettu käyttöön, johtuen osin myös tarpeen puutteesta. Lisäksi yksi työntekijä piti koneen tekemää ohjelmaa kummallisena ja siten vaikeasti tulkittavana.

Mutamassa yrityksessä työntekijöitä lähetetään ajoittain kursseille, missä heille opetetaan ohjelmoinnin perusteet. Ohjelmoinnin osalta oppiminen perustuu monesti kuitenkin jokaisen työntekijän omaan kiinnostukseen asiasta. Kehittymisen esteenä on lähinnä liian vähäinen työtehtävien vaihtaminen, jolloin oppimiskykyä ei ylläpidetä. Lisäksi erään yrityksen kohdalla on ollut vaikeuksia saada kohdennettua koulutusta, joka soveltuisi yrityksen tuotantotarpeeseen. Aivan täsmällistä kuvausta puutteista ei

esimies ilmaissut, mutta ilmeisesti tarve kohdistuisi kappaleisiin, joita ei ollut otettu työstettäväksi niissä olevien vaativien työstövaiheiden vuoksi.

#### 9.4 Tärkeimmät oppimistarpeet

Optimistarpeissa näkyi melko suuri ero esimiesten ja työntekijöiden välillä, mikä voi johtua erilaisesta lähestymistavasta, miten työtehtävät olisi järkevintä suorittaa. Esimiesten toiveina tuli usein esiin CAD/CAM-osaaminen ja tehtäväalueen laajentaminen. Työntekijäpuolella oli usein toiveita ohjelmointitaitojen, trigonometrian ja työstötekniikan alueella.

Esimiesten toivelistalla on ohjelmoinnin nopeuttaminen ja laadun varmistaminen CAD/CAM-ohjelmointitaitoja kehittämällä. Tähän liittyy tapa ajatella kappaleen valmistusta kokonaisuutena, niin että tekijä ymmärtää valmistamisen tapahtumat yhtenäisenä ketjuna. Tämän osaamisen kautta tule mahdolliseksi esivalmistella asetukset ja siten valmistelevala työn siirtäminen pois koneelta, jolloin koneelle jää enemmän aika tuttavalle työlle. Tähän liittyy usein paremman asetuskorttijärjestelmän kehittäminen. Usein mainittiin yleisen osaamisen kehittäminen, mikä mahdollistaa tehtäväalueen laajentamisen. Parempi työkaluosaaminen nähtiin myös tärkeänä, tällöin työntekijä kykenisi käyttämään työkaluja itsenäisesti ja tekemään tarvittaessa esityksiä niiden hankkimiseksi.

Työntekijät tunsivat tarvitsevänsa mielestään enemmän työstöarvojen ja työkalujen hallintaan liittyviä taitoja, jotta osaisi valita oikean työkalun. Myös parempi G-koodi-ohjelmoinnin hallinta saattaisi heidän mielestään tuoda apua työstön hallintaan. Matemaattisia taitoja tarvittaisiin lisää kappaleiden vinojen pintojen työstämisessä, jolloin paletti on osattava kääntää oikeaan välikulmaan. Tosin näitä tilanteita ei ilmeisesti ole kovin usein. Trigonometrian parempi hallinta ei olisi pahitteeksi, koska useimmat käyttäjät kokivat sen olevan itsellään hieman heikko osa-alue. Parametrissa ohjelmointia FANUC:lla ei kukaan haastattelemistani työntekijöistä hallinnut, vaikka monessa koneessa hyödynnettiin sitä esimerkiksi reikäpiirien valmistuksessa.

Usein toivottiin vaihtelevimpien kappaleiden valmistamista, jolloin olisi hyvä mahdollisuus harjoittaa omaa ohjelmointitaitoa. Reaaliaikaisen ohjelmointitukipalvelun saaminen olisi muutaman mielestä yksi mahdollisuus oppia lisää. Muutamassa tapauksessa nostettiin esiin tarve oppia lisää tietokoneen hyödyntämistä. Samoin kaivattiin kohdennettua koulutusta muun muassa WinCam-ohjelman käytössä. Muutaman kerran esiin tuli myös epätietoisuus siitä, mitä kaikkia hyödyllisiä toimintoja ja ominaisuuksia työstökoneesta löytyy.

Yhdessä yrityksessä oppimistarpeista tärkein on Heidenhain ohjelmointitaitojen kehittäminen ja yrityksellä on tarve kouluttaa noin kuutta henkilöä uudelle iTNC530-ohjaukselle. Samassa yrityksessä mainittiin myös trigonometristen laskujen osaamisen lisäämistä. Nuorelta työntekijältä kyseltäessä esiin tuli myös Fanuc:in paremman osaamisen tarve.

Yritys, joka parhaillaan kouluttaa omia tekijöitään, antaa koulutusta pääasiassa nuorimmille tekijöille. Tärkeimmät asiat, joita työntekijät opiskelevat ovat yleinen työstötekniikka ja miten työ tehdään järkevästi. Mukaan kuuluu myös erilaisten työstömenetelmien valintaa. Pääpaino on kuitenkin ohjelmointitaitojen kehittäminen ja siihen liittyvän geometrisen matematiikan ymmärtäminen. Lisäksi pidemmällä oleville halutaan Makro-ohjelmoinnin osaamista ja WINCAM-ohjelmointia.

## **10 Seurantajärjestelmät**

Yhden yrityksen edustaja esitti työstötapahitumien tarkemman seurannan kehittämisen ja siihen liittyvien järjestelmien rakentamisen. Seurannan tarkoitus olisi kohdentaa eri töihin kuluva aika siten, että sen avulla voitaisiin tehdä arvio tuotteen taloudellisesta kannattavuudesta. Esimerkiksi, kun koneesta hajoaa terä, niin tämä näkyisi tiedoissa ja kertoisi siten työstöön liittyvistä ongelmista tarkemmin. Järjestelmän pitäisi olla toteutettavissa myös käytännössä niin, että se ei kuluttaisi liikaa resursseja. Lisäksi hän kaipasi mittareita oppimisen konkreettiseen määrittämiseen. Näiden mittarien avulla voitaisiin arvioida panostusten tuottavuutta. Oppimistulokset pitää voida realisoida kohdennetusti eri työvaiheissa.

Esimerkkejä mahdollisista seurattavista asioista:

- esiasettelutaidot → lyhentyneet asetusajat ja järjestelmällisempi toiminta
- Ohjelmointitaidot → lyhyemmät ohjelmat, parempi työstön hallinta ja ymmärrettävämmät ohjelmat (ohjelmat valmiina ennen asetusta)
- Työstönhallinta → häiriötilanteiden väheneminen, ennakoiva työkaluhuolto ja nopeampi kappaleiden läpimenoaika.

Useissa yrityksissä kappaleet merkitään ISO 9001-laatujärjestelmän mukaan, kun ne saapuvat konepajalle (Tilausnumero, position, jne.). Lisäksi yhdessä yrityksessä seurannan kehittämistä varten on tehty insinööritoiminta, jonka tavoitteena on kehittää kappaleiden jatkuvaa seuranta tuotannossa. Aluksi tämä otetaan käyttöön paperiversiona, jolloin tiedetään koneella olevan vaihe. Mikäli tällainen järjestelmä saadaan toteutettua ATK:lla, sen avulla olisi mahdollista seurata tuotantotilannetta reaaliaikaisesti. Kaikki tarvittavat ohjelmat ovat talossa, vain tiedon tallentamiseen soveltuva yksinkertainen menetelmä puuttuu.

Usean yrityksen käytössä on tuotannon- ja käyttöasteen seurannat. Näiden lisäksi kehitetään myös oppimisen seuranta. Näissä järjestelmissä työtehtävät on jaettu vaiheisiin ja vaiheet yksittäisiksi työtehtäviksi. Näiden avulla on siten piirretty tuotteen kulkema polku, mikä kertoo, mitä työvaiheita sen toteuttamiseen tarvitaan. Aina käytetty ohjelmisto ei ole aivan reaaliaikainen, joten välillä tuotteita joudutaan haeskelemaan hallista. Kaikkein isoimpien tuotteiden kanssa ovat käytössä sulatusnumerot, jotka liittyvät työn seurantajärjestelmään. Myös raaka-ainelavoissa käytetään tunnisteita, jotka liittyvät kappaleen työmääräimeen. Kun seuranta ei ole reaaliaikainen, seurannan tulokset saadaan vasta viiveellä paperien käsittelyn jälkeen.

Monet yritysten tuotteista on pystyttävä jäljittämään täydellisesti esimerkiksi materiaalivirheiden vuoksi, joten toimitetut aihiot merkitään aina niiden saapuessa. Ennen toimitusta kaikkiin seurattaviin tuotteisiin merkitään sarjanumero, minkä perusteella voidaan muuttavat virheelliset osat löytää. Tyypillinen materiaalivirhe on pitkittäishalkeama valssatussa terästangossa.

Erään yrityksen varastohallintaa varten on tehty insinöörityö, jonka tavoitteena oli parantaa keskeneräisten tuotteiden kulkua konepajassa. Insinöörityön tulosten perusteella päätettiin palkata erillinen henkilö hoitamaan tavaroiden käsittelyä. Tuotteilla on vakiopaikat hyllyillä, jotka tämä yksi henkilö hallitsee paremmin ja voi siten etukäteen järjestää oikeat kappaleet oikealle työstökoneelle.

## **11 Havaintojen tulokset yrityksistä**

Tutkimukseen osallistuneissa yrityksissä, yhtä lukuun ottamatta koneistus oli suurin ja muutamassa käytännössä ainoa toimiala. Erityisesti isojen kappaleiden valmistaminen suoritettiin niihin erikoistuneissa yrityksissä. Kolme yrityksistä valmisti omaa tuotetta ja koneistetuista tuotteista koottiin valmis tuote tai tuotekokonaisuus.

Erikoistuminen tiettyihin tuotteisiin tai tuoteryhmiin määrittää myös pitkälti käytettyjen työstökoneiden tyyppin ja koon. Muutamat yritykset ovat keskittyneet johonkin tiettyyn ohjaustyyppiin, joka on heille jo tuttu. Tämä aiheuttaa myös eroja osaamisvaatimuksiin ja määrittää siten joidenkin työntekijöiden osaamisalueen. Lisäksi joidenkin ohjaustyyppien rajoitukset saattavat hankaloittaa koneella tehtävien kappaleiden ohjelmointia. Tilannetta tosin yritetään parantaa CAD/CAM-ohjelmien käyttöä lisäämällä, mutta ongelmia on toimintatapojen muokkaamisessa ja sen lisäksi myös työntekijöiden yleisissä tietokonetaidoissa.

### **11.1 Ohjelmien tekeminen**

Ohjelmointitietokoneen käyttöä rajoittaa usein niiden sijoittuminen liian kauaksi työpisteestä, jolloin se käyttäminen vaati aina siirtymisen pois työstökoneen välittömästä läheisyydestä. Käytettävät tietokoneet ovat usein vanhoja ja niistä puuttuu koneen valmistajan ohjelmointipaneeli, jonka avulla koneeseen tottuneen

työntekijän on helpompi kirjoittaa ohjelmia. yrityksessä on usein vain yksi ohjelmointiin tarkoitettu kone ja se on sijoitettu johonkin pieneen koppiin.

Yhteen yritykseen oli hankittu Heidenhain-paneeli, joka oli sijoitettu muutaman koneen välittömään läheisyyteen. Siitä huolimatta työntekijöillä on edelleen tapana tehdä ohjelmia liikaa koneessa vaihe vaiheelta. Tämä onkin ilmeisesti yksi suurimmista esteistä ohjelmointitapahtuman siirtämisessä pois koneen tuotavasta käyttöajasta. Työpaikoilla näyttää olevan vain muutamia harvoja koneistajia, jotka pystyvät hahmottamaan työstötapahtuman kokonaisuuden riittävän loogisesti työpiirustuksen avulla. Tämä osaaminen on avainasemassa työstettäessä kappaleita, jossa koneistuksia on useilla työstötasoilla eri suuntiin käännettyinä. Mikäli kappaleiden sarjat ovat muutaman kappaleen luokkaa, voi pelkkään ohjelmointiin käytetty aika olla suurempi kuin työstöaika. Teoriassa työstökoneella ei ole järkevää kirjoittaa yhtään ohjelmaa ilman, että se tehdään taustaohjelmointina samanaikaisesti, kun kone työstää toista kappaletta tai muotoa.

Usein ajatellaan, että paras ratkaisu tuottavan ohjelmoinnin kannalta saattaisi olla kokonaan erillinen ohjelmoija, joka tekee ohjelmat valmiiksi, kun koneistaja työstää kappaleita. Ongelmaksi tulee kuitenkin tiedon kulku ohjelmoijan ja koneistajan välillä. Myös ohjelmien kirjoittaja saattaa kadottaa kosketukseen työtapahtumaan käytännössä. Samalla menetetään myös osa työtehtävän mielekkyydestä, mikä saattaa heikentää koneistajien yleistä osaamista. Erityisesti hankalissa materiaaleissa ja kappaleissa työt eivät suju niin, kuin ne on piirustuspöydällä ajateltu.

Työntekijöiden henkilökohtaisella tasolla ongelmia tuottaa aivan liian kapean sektorin osaaminen, mikä johtuu yrityksen tuottamasta tuotteesta. Monissa tapauksissa osataan tehdä vain tietyn tyyppisiä kappaleita, jotka kiertävät päivittäisessä tuotannossa. Kun koneelle tulee joku uusi tuote, niin se joudutaan usein tekemään puutteellisin ohjelmointitaidoin ja näin kulutetaan aikaa hukkaan. Lisäksi uusista koneista saattaa löytyä toimiva toiminto valmistettavalle muodolle, mutta sitä ei osata hyödyntää, koska ei tunneta koneen toimintaa.



Ohjelmoinnin kehittäminen näytti usein myös jääneen tekemättä, sillä useissa tapauksissa ohjelmat tehtiin menetelmillä, jotka on otettu käyttöön jo muutama vuosikymmen takaperin. Näin koneiden mahdollistamat ”älykkäät” ohjelmointimenetelmät on jätetty hyödyntämättä, kuten parametrin ohjelmointi tai graafinen käyttöliittymä. Tämä johtuu ilmeisesti uudenlaisten toimintojen erilaisesta lähestymistavasta ratkaista koneistustapahtuma. Lisäksi syynä saattaa olla myös heikko matematiikan hallinta, mistä enemmän hieman myöhemmin. Esimerkkinä vajaakäytöstä voisi mainita Heidenhain iTNC530 ohjauksen, jonka ominaisuuksista käytettiin usein vain niitä toimintoja, jotka löytyvät jo sitä edeltävistä versioista. Tämän uuden ohjauksen smarT.NC mahdollistaa monia ohjelmointia nopeuttavia ja helpottavia toimintoja, mutta sen käyttäminen edellyttää hieman erilaista ajattelutapaa. Lisäksi ohjauksesta löytyy laaja valikoima parametrisessa ohjelmoinnissa hyödynnettäviä toimintoja, joita käyttämällä voitaisiin lyhentää ohjelmointiaikoja. Tosin ongelmana lienee myös Heidenhain-koulutuksessa oleva aukko, koska näihin toimintoihin perehtyneitä kouluttajia taitaa olla aika vähän.

## 11.2 Koneistajan matematiikka

Perinteisen trigonometrian ja yleensä geometrisen matematiikan hallinnan puute nousee esiin aineistosta. Useissa tapauksissa nämä ongelmat voidaan ratkaista CAD/CAM-ohjelmistojen avulla, mutta eteen tulee myös tilanteita, missä ei ratkaisua saada edes CAD/CAM-ohjelman avulla. Tyypillisiä tilanteita ovat nollapisteen määrittäykset eri kulmassa, jossa reiälle pitää määrittä nollapiste. Toinen yleinen tilanne on kulmapään avulla poraaminen kolmen akselin työstökoneella, jolloin pitää laskea työstön koordinaatit kahdella akselilla. Lisäksi törmäsin tilanteeseen, missä kartiokierteen ohjelmointipisteiden laskeminen kuulosti mahdottomalta tehtävältä, vaikka tilanteesta saadaan ratkaisu ilman trigonometriaa käyttämällä ristiin kertomista. Eniten huolestuttava tilanne on kuitenkin muutamilla koneistajilla, joiden peruslaskutaito ei ole riittävä, vaan yksinkertaisimmissakin laskuissa joudutaan käyttämään laskinta. Tämä hidastaa työtehtävien suorittamista ja lisää virheiden riskiä huomattavasti, koska silloin ei olla edes suuruusluokasta kovin hyvin selvillä.

Niitä työntekijöitä, jotka hallitsevat koneistajan matematiikan hyvin, näyttää löytyvän vähän. Jopa isoissa yrityksissä saattaa löytyä vain muutama avainhenkilö, joka pystyy ratkaisemaan lähes kaikki normaalisti eteen tulevat laskutehtävät. Yhdessä yrityksessä yksi työntekijä on jopa kehittänyt parametriset ohjelmat muutamille tyypillisille kulmantyöstötapauksille. Tämän henkilön mukana saattaa kadota oleellista tietoa, mikäli hän esimerkiksi sairastuu.

### 11.3 Esiasettelu ja asettaminen

Useissa tapauksissa koneiden asetukset tehtiin ilman esiasettelua, mikä käytännössä tarkoittaa samaa, kuin auton huoltaminen työmatkalla. Ainoastaan yhdessä yrityksessä tämä esiasettelutoiminta vaikutti toimivalta. Ongelma on havaittu yrityksissä, mutta toimenpiteet asian parantamiseen ovat usein vaiheessa. Syynä tähän näyttää olevan se, että työtietoja ei hallita järkevästi, vaan se on edelleen vain kyseisen tehtävän tekijän omaisuutta. Hallintaa varten puuttuvat menetelmät, millä kerran opittu asia osattaisiin varastoida seuraava käyttökertaa varten. Tavallinen tapa toimia on edelleen yksilön omat varastot eli ”jemmat”, jolloin hän omii oppimansa tiedon ja piilottaa sen, niin että muilla ei ole pääsyä siihen ilman häntä. Usein käy vielä niin, että hän jopa itse unohtaa sen ja joutuu etsimään sitä kuin kadonnutta jakoavainta.

Vain tapaukset, missä käytettiin asetuskortteja tai vastaava menetelmää asetustietojen tallentamiseen, mahdollistivat asetusten kehittämisen. Osassa yrityksistä oli muutama työntekijä, jotka käyttivät näitä menetelmiä, mutta koska muut eivät käyttäneet, niin järjestelmä ei toimi kunnolla.

Yhdessä yrityksessä tarvittavat asetustiedot on lisätty ohjelmaan ja tämä toimii kohtalaisesti yksinkertaisessa tuotannossa, missä voidaan hyödyntää pitkälti samoja työkaluja. Tällöin koneissa pääosa työkaluista on vakiopaikoilla. Tämä ohjelmien kommentointilauseiden käyttö helpottaa myös niiden tulkintaa jälkikäteen. Lisäksi atk-ohjelmointitaitoinen tekijä pystyy kokoamaan näistä ohjelmista kaikki kommentilauseet yhteen tietokantaan ja siten hallitsemaan asetustietoja. Tämä tosin edellyttää, että käytetään tiettyä vakioitua kommentointitapaa.

## 11.4 Työstäminen

Koneistustapahtumat olivat lähes poikkeuksetta parhaiten hallussa, mutta vain niin kauan kuin tehtiin tuttuja tuotteita. Erilaisten tuotteiden valmistaminen koneella tuotti ”polvien vapinaa” myös useita vuosia työskenneille työntekijöille. Tähän oli usein syynä epätietoisuus työstöarvoista, jotka tutuille tuotteille otettiin ”omasta päästä”. Lisäksi usein kysytään joltain vanhemmalta ammattilaiselta, mikä saattaa heikentää omaa kykyä ratkaista oikeita arvoja.

Työstötekniikan osaaminen niin, että osattaisiin ottaa käyttöön uusia työstötyökaluja tai menetelmiä, näyttää olevan suorastaan pelottavan vähäistä. Usein jopa vuosikymmeniä työtä tehneiltä puuttuu taito ratkaista työstötekniisiä ongelmia, vaikka he kirjoittavat ohjelmat työkappaleille.

Taito määrittää työstöarvot työkalunvalmistajien materiaalien avulla näyttää olevan aika heikko. Ongelman tekee hankalaksi jokaisen valmistajan hieman erilainen tapa kertoa miten heidän työkaluillaan työstetään. Lisäksi näissä kirjoissa olevat taulukot ja kaavat on tarkoitettu usein enemmän insinöörin tulkittaviksi ja vain harvoin näkee ko. koulutuksen saanut koneistamassa, vaikka hän usein päättää mitä koneistetaan. Tästä syystä useat konepajat saivat apua työkalujen toimittajilta, jotka vierailevat usein myymässä omia työkalujaan. Erityisen tärkeää tämä näyttää olevan uudentyyppisten työkalujen käyttöönotossa, missä työstöarvot ja toimintatapa saattavat poiketa paljon aikaisempien työkalujen toiminnoista.

Lähes poikkeuksetta yrityksen työstöarvo- / työstötapatietoa ei tallennettu helposti löydettävään muotoon, vaan se oli ainoastaan ohjelmissa ja tietysti sen oppineen tekijän päässä. Itse näkisin tärkeänä tämän tiedon hallinnan, niin että se saataisiin jokaisen työpaikan työntekijän tietoon mahdollisimman helposti tarvittaessa.

Useamman koneen kanssa työskentelyn hallitsevia työntekijöitä on melko vähän johtuen uuden opiskelun vaikeudesta, mikä aina hetken vähentää koneen tuottavuutta. Ainoastaan samantyyppisellä konekannalla tämä onnistuu ja yhdessä yrityksessä siitä

maksetaan myös parempaa korvausta. Valitettavan usein jopa lähes samanlaiset koneet ovat yksilöitä ja osa niiden toiminnoista poikkeaa hieman toisistaan. Tilannetta vaikeuttaa usein vielä koneen osittainen sopimattomuus olemassa olevaan tuotantoon ja sillä joudutaan tekemään osa kappaleista virittämällä.

### 11.5 Yleinen työympäristöosaaminen

Toiminta yhteisillä tuotantovälineillä, aiheuttaa aina tuskaa ihmisille, jotka ovat tottuneet yksilöllisiin toimintamalleihin. Kuitenkin konepajoissa joudutaan käyttämään samoja koneita yleensä kahdessa vuorossa ja siten myös jakamaan työympäristö useamman työntekijän kanssa. Tämä edellyttää työtehtävien oppimisessa tarvittavien työkalujen ja toimintojen ajattelemista useamman käyttäjän näkökulmasta.

Yhden työntekijän oppima tieto ja osaaminen eivät saisi olla vain hänen pääomaansa, vaan se pitäisi olla kaikkien työntekijöiden käytössä ilman sen ”omistajan” läsnäoloa. Tämä työtietojen tallentaminen ja jakaminen näyttää olevan melko vähäistä. Ainoastaan yrityksessä, jossa esiasettelutoiminnot on ajateltu kunnolla, voidaan olettaa tarvittavan tiedon olevan useamman henkilön käytettävissä.

Toinen oppimista hankaloittava tapa on valmiin ratkaisun tarjoaminen selostamatta sitä, miten ratkaisuun päästiin. On tietysti hyvä, kun vanhempi työntekijä kertoo suoraan nuoremmalle työntekijälle oikeat työstöarvot tai työmenetelmät. Mutta tämä johtaa usein tilanteeseen, missä tämä nuorempi ei opi itse selvittämään työhön liittyviä ongelmia ja menettää siten tilaisuuden oppia itsenäiseksi toimijaksi. Tämä johtuu usein tuotannon aiheuttamasta kiireestä, jolloin koneiden pitää olla käynnissä mahdollisimman suuren osan työajasta. Pitemmälle ajateltaessa tulos voisi kuitenkin olla parempi, jos pyritäisiin ratkaisemaan jatkuvasti ihmettelyä tuottavat asiat kokonaan pois päiväjärjestyksestä.

Monet ihmettelyä herättävät asiat on mahdollista poistaa aivan perinteisillä menetelmillä. Esimerkkinä käytätettyjen työkalujen työstötietojen kerääminen valmistajien materiaalista yhteen kansioon, mistä löytyisi juuri niiden työkalujen

käyttötiedot, mitä koneella tai koneryhmässä käytetään. Tämän tyyppistä systeemiä ei ollut missään yrityksessä käytössä, vaikka tiedon hakeminen oppaista on hidasta. Tämä työstöarvotietojen kopioiminen omaan koneistajan käyttämään materiaalin onnistuu parhaiten työkalun tilausvaiheessa, koska yleensä hankinnan perusteena ovat työkalun paremmat työstöominaisuudet kuin aikaisemmin käytettyjen. Lisäksi tässä vaiheessa, kun työkalua ajetaan sisään tuotantoon, tehdään myös havaintoja sen toiminnasta, jotka voitaisiin samalla tallentaa tähän koneistajan kansioon.

## 11.6 Kannustaminen

Ainostaan yhdessä yrityksessä oli varsinainen koulutusjärjestelmä, jonka avulla pidettiin selkeästi hallussa työntekijöiden osaaminen. Muissa yrityksissä oli usein vain nimetty joku tietty henkilö vastaamaan tästä, mutta varsinaista suunnitelmallista toimintaa oli vähän.

Oppimisen ja osaamisen palkitseminen näytti olevan myös lähes jokaisessa yrityksessä enemmän tai vähemmän suunnitelmallista. Muutamat yritykset käyttivät perusteena PARAKE-järjestelmää, missä työtehtävät, vastuu ja henkilökohtainen osaaminen arvioidaan tietyn pisteytysjärjestelmän mukaan. Mutta kuinka hyvin tämä toimii käytännössä, on vaikea nähdä tämän tutkimuksen puitteissa.

Yleisesti käytössä näyttää olevan melko vähän pitkäkestoisia työntekijän osaamisen parantamiseen suunnattuja toimia. Muutamien työntekijöiden kanssa niistä on kyllä puhuttu, mutta usein ne unohtuvat tuotantokiireiden lomassa. Tilanne on eräällä tavalla ristiriitainen, koska heikommalla osaamisella tehtävät kestävät kauemmin ja siten sitä aikaa ei näin koskaan ole mahdollistaa löytää.

## 12 Kehittymisen mahdollisuuksia

Asiat, mitä pitäisi opetella tekemään paremmin, näyttävät olevan hieman erilaisia, mitä ajattelin, kun aloitin tämän tutkimuksen tekemisen. Monessa tapauksessa

törmätään aivan perusasioihin, kuten yleiseen järjestykseen tai työvälineiden hallintaan. Myös kyky laittaa omassa työssä tarvittavat asiat järjestykseen, niin että niitä ei tarvitse muutaman kuukauden päästä uudelleen ”tehdä alusta alkaen” uudestaan, tuottaa usein ongelmia. Nämä perustaidot ovat perusta siihen, että aikaa jää myös vaativampien asioiden tekemiseen ja siten uuden oppimiseen.

## 12.1 Tiedonhallinta

Tärkeimpänä osana oppimista näen tiedonhallintataitojen kehittämisen, tällä tarkoitan toimintatapaa, jossa edetään pieniä asioita järjestykseen laittamalla ja sitä kautta päästään lopulta tilanteeseen, jossa löydetään työssä tarvittava informaatio helposti. Tätä voisi täsmentää erään konepajan omistajan lausahdus ”opettakaa ne edes siivoamaan”. Edellytys tähän luodaan määrittämällä yhteisesti sovitut pelisäännöt, missä tiedolla, työkalulla ja muilla resursseilla järkevät paikat sekä tehtävät.

Ajatusta kannattaa lähestyä myös yksilötasolla ja miettiä miten minä toimisin, niin että parantaisin työkalureideni mahdollisuutta tehdä työtä. Opetella avoimuuteen omassa osaamisessa ja jakaa omat resurssit muiden niitä tarvitsevien hyödynnettäväksi. Esimerkiksi kun selvittää jonkun työtehtävän ongelman ja parantaa siten tuottavuutta, on järkevää jakaa tämä osaaminen muiden yrityksessä samaa työtä tekevien kanssa.

## 12.2 Matematiikka ja logiikka

Toinen pullonkaulaosaaminen koneistajan työssä on peruslaskujen ja yksinkertaisten loogisten tehtävien suorittaminen. Mikäli koneistaja tarvitsee laskinta jokaisessa peruslaskussa ja sekoittaa halkaisija-/sädekoordinaatit, niin on erittäin vaikea työskennellä nopeasti ja luotettavasti millään työstökoneella. Samoin kyky ratkaista tehtäviä vaihe vaiheelta loogisesti edeten, niin että tiedetään mitä ollaan ratkaisemassa, eikä vain kokeilla laskimella tai koneella erilaisia lukuja syöttämällä ja samalla toivoen, että jossain vaiheessa saadaan oikea ratkaisu. Tässäkin asiassa

järkevät ratkaisut edellyttävät asioiden laittamista järjestykseen, jonka jälkeen tiedetään mitä ollaan tekemässä

Tärkein matemaattinen osa-alue konepajoissa on geometria, jossa tarvitaan trigonometrisia funktioita. Lähes jokainen työtehtävä sisältää geometriaa, joka pitää ainakin ymmärtää, vaikkei tehtävässä olisi mitään laskettavaa. Tämän osa-alueen osaaminen tuli esiin myös usean työntekijän omissa toiveissa. Erityisesti ohjelmointitehtäviä tehdessä tarvitaan edelleen kykyä tarvittaessa laskea ratojen pisteitä, vaikka useimmat tehtävät voidaan nykyään ratkaista myös CAD/CAM-ohjelmien avulla.

Uskallan väittää, että vähintään 80% koneistajista hyötyisi matematiikan lisäopiskelusta ja pystyisi muutaman vuoden säännöllisen laskuharjoittelun jälkeen suoriutumaan tekemistään tehtävistä nopeammin ja luotettavammin. Tämän opiskelun vaikeutena on sen järjevä järjestäminen niille, joilla ei ole omaa motivaatiota käyttää matematiikka päivittäin, koska mitkään viikon mittaiset tehokurssit eivät pitkälle auta. Ainoastaan tapa toimia loogisesti ja tehdä pieniä harjoituksia päivittäin, johtaa pysyvään matemaattisen ajattelun paranemiseen.

### 12.3 Ohjelmointitavat

Useiden erilaisten ohjelmointitapojen käyttäminen tuottaa vaikeuksia, jos on totuttu tekemään tehtävät liian kauan yhdellä tavalla. Siinä vaiheessa työntekijä vannoo tekevänsä juuri sillä parhaalla tavalla kappaleiden ohjelmat. Tämä on tietysti tosi hänen näkökulmastaan katsottuna, koska hän ei tunne muiden menetelmien toimintoja kunnolla. Siten toisella tavalla tehdessä aikaa kuluu tolkkottomasti ihmettelyyn ja kokeiluihin, eikä tehtävä edisty.

Syynä ei useinkaan ole toisen ohjelmointitavan heikkous, vaan erilainen toimintatapa, jota tämä menetelmä edellyttää. Tekijä joutuu siten ajatteleman asiat uudestaan ja muuttaman tehtävien suoritustapaa. Tästä syystä uuden ohjelmointitavan käyttöön ottaminen saattaa kestää vuosia tai ei onnistu välttämättä lainkaan. Vasta kokonaan

uudet henkilöt, jotka eivät ole liikaa vanhoihin kaavoihin kangistuneita onnistuvat miettimään toimintamallit uudelleen. Yhtenä syynä on tietysti myös opetus, missä ammattialan opettajat eivät ole edes kenneet tai kerinneet opettelemaan näitä uusia menetelmiä.

Yleisesti, mitä nopeampi ohjelmointimenetelmä on, sitä enemmän sen käyttö vaatii työstötahtumien kokonaistilanteen hallintaa ja järjestelmällistä toimintatapaa. Edelleen tarvitaan toimiva työstötiedon hallinta, jossa tiedetään miten koneet ja työkalut saadaan toimimaan niin, että ei tarvitse joka kerta mittailla ja säätää. Kun työntekijä hallitsee riittävän useita menetelmiä, hän pystyy toteuttamaan tehtävät tilannekohtaisesti niin, että voidaan saavuttaa parempi kokonaisläpimenoaika.

#### 12.4 Kokonaisuuden hallinta

Yksittäisen henkilön osaaminen on aina hyvä asia yksilön kannalta ja usein myös työyhteisön näkökulmasta. Nämä osaavat yksilöt ovat usein avainhenkilöitä, joita ilman monet tehtävät jäisivät tekemättä. Haasteeksi tulee kuitenkin riski tämän tyyppisen osaamisen haavoittuvuudesta ja katoavuudesta, kun kyseinen työntekijä vaihtaa työpaikkaa tai sairastuu vakavasti. Katoaa usein korvaamatonta ”hiljaista tietoa” jota ei ole osattu ajoissa varmistaa.

Toimiva menetelmä, joka jakaa yksilön osaamista työpaikoilla niin, että se saadaan kohtalaisin ponnistuksin myös muiden käyttöön, on varmasti tärkeimpiä oppimisen kohteita menestyvässä työyhteisössä. Työntekijöiden olisi pystyttävä tallentamaan työtehtävissään käyttämänsä toimivat ratkaisut niin sanottuun ”mustaan vihkoon”, mistä se olisi helposti kanssatyöntekijöiden käytettävissä. Mutta miten saadaan työntekijät käyttämään tällaista menetelmää, jos sitä varten ei ole toimivia malleja tarjolla. Nykyisin on toki saatavilla laaja valikoima erilaisia tietokantasovelluksia myös työpaikkojen työstötiedon hallintaan, mutta ne ovat usein vain englannin- tai saksankielisiä. Niiden käyttäminen yrityksen rivityöntekijöiden keskuudessa on useimmiten hieman hankalaa, koska jopa usean vuoden vieraan kielen opiskelu ei paljoa auta näiden teknisten sovellusten käytössä.



Toinen asiaan liittyvä ongelma on vähäinen kyky käyttää tietokonetta hyödyllisiin tehtäviin, joissa asiat pitää myös pystyä järjeilemään loogisesti. Tämän kaltaisten tietokantasovellusten käyttäminen vaati hieman enemmän koulutusta ja sovittuja toimintatapoja kuin tietokonepelien pelaaminen tai netin selailu. Lisäksi järjestelmä tulee toimimaan vasta vuosien kuluttua sen käyttöönotosta, vaikka sen käyttökoulutukseen panostettaisiin. Ilman jatkuvaa eteenpäin potkimista se ei todennäköisesti toimi koskaan.

### **13 Osaamismatriisi ja osaamiskartoitus**

Yksi työkalu, jolla voidaan selvittää tuotantosolun tai pajan osaaminen on tehdä siitä yksinkertainen osaamismatriisi. Tämän avulla nähdään heti, ne osa-alueet, joiden kohdalla osaaminen on hyvä ja mitkä ovat niin sanottuja osaamiskapeikkoja. Osaamismatriisi on siten hyvä pohja lähteä suunnittelemaan koko tuotantosolun osaamisen kehittämistä. Matriisia ei kannata tehdä liian yksityiskohtaiseksi, koska jokaisen nippelitiedon lisääminen matriisiin menee liian työlääksi ja lisäksi ongelmaksi tulee osaamisen määrittäminen. Taulukko 1. esittää esimerkkinä yksinkertaisen osaamismatriisin.

Taulukko 1. Esimerkki osaamismatriisista

Työntekijät	Tutkinnot				TK 1			TK 2			NC - sorvi			Muut				
	PT	AT	EAT	Muu	Käyttämisen	Asetukset	Ohjelmointi	Käyttämisen	Asetukset	Ohjelmointi	Käyttämisen	Asetukset	Ohjelmointi	Manuaali jyrä	Manuaali sorvi	Aarpore	Mittauskone	Esiasetus laite
Henkilö 1		X	X		3	3	3	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2
Henkilö 2		X			1	1	1	3	2	1	1	1		3	1			1
Henkilö 3	X				2	2	1	1	1	1	1	1		2	1			
Henkilö 4	X	X			1	1	1	1			3	3	3	1	3		1	1
Henkilö 5				X	1									2	2		3	3
Henkilö 6					2	1	1							3		3		2
Henkilö 7											2	2	1		3			
Henkilö 8					1						1			3	3			2
Harjoittelija	X							1	1	1				1	1			

Taulukkoon on merkitty suoritettut tutkinnot ja arvioitu työntekijöiden osaaminen kolmiportaisella asteikolla, missä 3 = erittäin hyvä, 2 = hyvä, 1 = osaa kohtalaisesti ja ilman merkintää jätetään, mikäli ei osaa lainkaan.

Osaamismatriisin lisäksi voidaan tehdä vielä työntekijäkohtainen osaamiskartoitus, minkä tarkoituksena on löytää oikeat osaamisen kehittämisaalueet. Tämän tekemiseen kannattaa käyttää pohjana tutkintoihin sisällytettyjä osaamisalueita täydennettynä työpaikan omilla erityistarpeilla, jos pohja rakennetaan ammattitutkinnosta, on valmiiksi varustauduttu tilanteeseen, jossa tekijä voi tarvittaessa suorittaa myös tutkinnon. Taulukko 2. esittää esimerkin työntekijän osaamisen kartoituksesta iTNC530 Heidenhain-työstökeskuksella.

Taulukko 2. Esimerkki osaamiskartoituslomakkeesta iTNC530-ohjaukselle

Työntekijän nimi:	Suoritettu / osaa
<b>Ohjelmointi Työstökeskuksella Heidenhain iTNC 530</b>	
Ohjelman editointi (TNC:llä)	
Interpolaatiot (L, C, CR CC, RND, CHF)	
Aputoiminnot (M-koodit)	
Pituus kompensatiot (TOOL DEF)	
Halkaisija kompensatiot (RR, RL, R0)	
Aliohjelmien käyttö (CALL LBL, PROG)	
Tiedostonhallinnan käyttö (PGM MGT)	
Polaarikoordinaatiston ohjelmointi (CC), (LP), (CP)	
Suorien ohjelmointi (L)	
Muotoon ajot/jättö (APPR/DEP)	
Kiilauran ohjelmointi (L, CT, CR)	
Viistejyrsinnän ohjelmointi	
Ympyräjyrsinnän ohjelmointi (tasoupotus)	
Kulmajakojen ohjelmointi (4k, 6k, 8k...)	
Spiraalin ohjelmointi (CP IPA)	
Vapaan muodon ohjelmointi (FK)	
Vanhat; Poraus, kierteitys, ura ja taskut (1, 2,3,4,5)	
Poraus (200, 201, 203, 205)	
Kierteitys (17, 18, 206, 207)	
Kierrejäyrsintä (262, 263, 264, 265, 267)	
Aarporaus(202, 204, 208)	
Pyöreä tasku (214, 252)	
Suorakulmainen tasku (212, 251)	
Suora ura (210, 253)	
Pyöreä ura (211, 254)	
Kaulan jäyrsintä (213, 215)	
Reikäpiiri ja reikärivit (220, 221)	
Nollapisteen siirto (7) ja (247)	
Peilaus (8), Kierto (10), Mittakerroin (11)	
Erikoistyökierrot (9, 12, 13)	
SL- työkierrot (14, 20,21,22, 23, 24)	
Pöydän kääntötyökierrot (A,B,C,19 ja Plane)	
<b>Muut</b>	
Materiaali ja työkalukirjastot (taulukot)	
Ohjelmien standardisointi (osaohjelmat)	
Useiden nollapisteen ohjelmointi	
Parametrinen ohjelmointi (peruslaskut)	
Parametrinen ohjelmointi (Ehtorakenteet)	
Parametrinen ohjelmointi (Geometriset toiminnot)	
Parametrinen ohjelmointi (Koneparametrien käyttö)	
smarT.NC ohjelmointi	
Paletti järjestelmän käyttö ja ohjelmointi	
NC- ohjatun pyöröpöydän ohjelmointi	

Henkilökohtaisten osaamisten selvittämisessä on oltava erityisen tarkka, että ei suoranaisesti epäillä työntekijän ammattitaitoa, vaan pyritään tukemaan hänen kehitystään. Ennen kartoitusta kannattaa selvittää niitä tavoitteita, mitä kartoitukselle on asetettu ja pyrkiä saamaan työntekijän oma mielenkiinto heräämään. Kun kiinnostus tulee työntekijältä itseltään, onnistumisprosentti uusien asioiden oppimisessa on huomattavasti parempi.

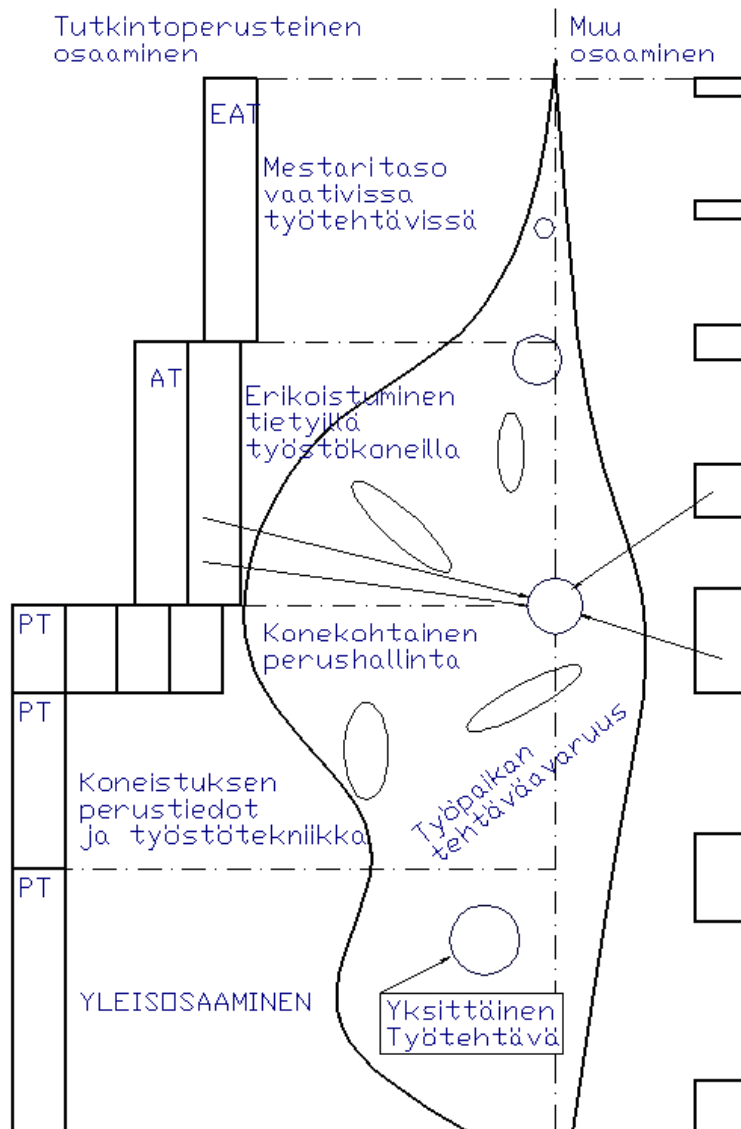
## **14 Työntekijän oppimisen hallinta**

Parannettaessa osaamista syntyy jatkuvasti uutta tietoa, jonka hallinta ei aina ole aivan yksinkertaista. Usein tämän tiedon hallinta on jonkun esimiehen tai kouluttajan vastuulla. Siten työntekijän osaamisen paraneminen lisää työtä järjestelmän ylläpitäjälle ja voi johtaa tuottamattoman työn lisääntymiseen. Tästä syystä pitäisi kehittyvän työntekijän voida itse tallentaa oppimisen tulokset järjestelmään.

Perinteinen tapa seurata kehittymistä on edellisessä luvussa mainitut osaamismatriisi ja osaamiskartoitus lomake. Näiden avulla on mahdollista havaita yleinen tilanne ja saada selville, mitä pitäisi opetella lisää, mutta ne edellyttävät papereiden säilyttämistä tietyssä paikassa ja lisäksi tarvitaan vielä kopiot eri osapuolille. Usein myös niiden täydentäminen on epäsäännöllistä ja niitä täydennetään muistinvaraisesti. Pahimpana haittana on tiedon irrallisuus yrityksen tuotannosta, eikä se siten ole aivan sama kuin todellinen tarvittava osaaminen.

Parempi ratkaisu olisi tallentaa tieto sitä mukaa kun osaamista syntyy ja vielä ilman erillistä toimintaa. Useilla työpaikoilla on olemassa työn seurantaan käytetyt tietokanta, joiden avulla seurataan tuotantoa. Tähän tietokantaan tallennetaan tuotteiden työvaiheet ja niiden tekijät. Monessa tapauksessa tästä syötetystä tiedostaa nähdään myös se, mitä asioita työntekijä on tehnyt ja siten myös mitä hän osaa. Ratkaistavaksi jää lähinnä töiden sisältämien yksityiskohtien analysointi ja sitä kautta nähtävien yksittäisten osaamisalueiden määrittelemine. Mikäli järjestelmä sisältää vielä työtapahumien aikana ilmenneet häiriöt ja keskeytykset, niin on mahdollista määrittää osittain myös työntekijän toimintatapa.

Kuvion 2 avulla on mahdollisuus havaita, miten työtehtävä sijoittuu työpaikan tehtäväävaruudessa. Todellisuudessa työ saattaa sisältää useita eri kohtiin sijoittuvia työtehtäviä kuvaavia ”pilviä”, jotka tuovat esiin, että täsmällinen määrittely saattaa olla melko vaikeaa. Samoin on useita tilanteita, joissa työpaikalta saattavaa puutua kokonaan jonkun tutkinnonosan sijoittuvat tehtävät ja toisaalta olla paljon muita tehtäviä, joita ei määritellä tutkinnossa. Lisäksi tarvitaan yleisiä kansalaisen osaamisia, joita ei ole kuvattu kuvion. Kuviossa PT tarkoittaa perustutkintoa, AT ammattitutkintoa ja EAT erikoisammattitutkintoa.



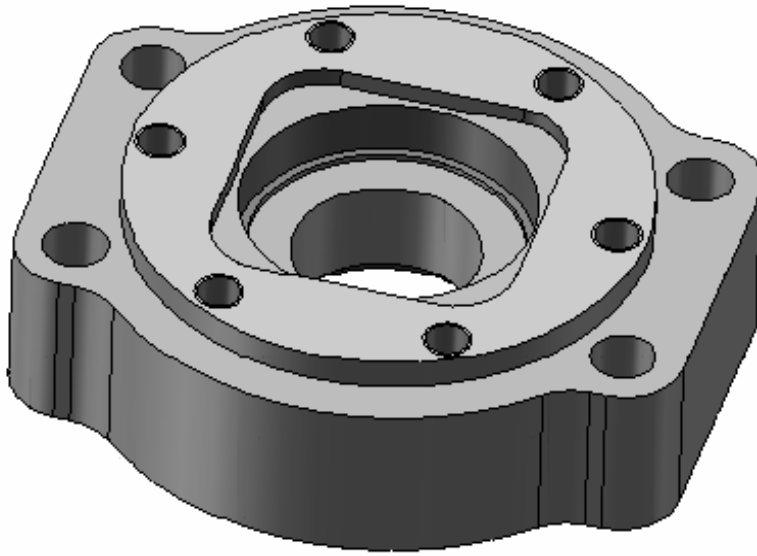
Kuvio 2. Työtehtävien sijoittuminen osaamiseen

Perustana kannattaa kuitenkin pitää yleisesti laadittuja tutkintorakenteita (Ks. opetusministeriö)

#### 14.1 Oppimistietokannan laatimisen perusteita

Tänä päivänä tieto kannattaisi tallentaa helposti käsiteltävään muotoon, josta löytää halutun tiedon helposti. Suoraan oppimistapahtuman seurantaan tarkoitettu tietokanta on tehokkain menetelmä seurata työntekijän kehittymistä. Tämä tietokanta sisältää valikoiman erilaisia perustyövaiheita, joita apuna käyttäen voidaan määritellä työpaikan työtehtävien sisältämä asiasisältö. Tällainen tietokanta on (AT-Suomi 2000, joka on opetushallituksen laatima tietokanta osaamisenhallintaan). Järjestelmä kertoo reaaliaikaisen tilanteen, mitä asioita kukin työntekijä osaa tehdä. Lisäksi osaamisia voidaan rinnastaa suoraan ammattitutkintojen edellyttämiin vaatimuksiin, mikä antaa mahdollisuuden tavoitella myös tutkintoa. Edellä mainittu AT-Suomi-tietokanta on useimmissa tapauksissa hieman liian raskas tietokanta. Eikä siten välttämättä paras mahdollinen. Parempi versio sisältäisi vain kunkin työpaikan sisällä olevat oleelliset osa-alueet ja sitä voitaisiin täydentää suoraan työpisteestä.

Yksinkertaisen tietokannan voi toki jokainen rakentaa taulukkolaskentaohjelman avulla, johon tehdään muutama lomake tietojen tallentamista varten. Tämä vaati tosin hieman perehtymistä tietokantojen käsittelyyn ja ohjelmointiin. Toinen mahdollisuus on ostaa palvelu valmiina joltain tietokantoja kehittävältä yritykseltä ja pyytää siihen haluamansa toiminnot. Tämä tietokanta voi olla palvelin tai internetpohjainen, jolloin on mahdollista tallentaa tietoa fyysisestä sijainnista riippumatta.



*Kuvio 3. Laakeripesä*

Kuvion 3 lakeeripesässä on erittäin monta erilaista koneistettavaa ja ohjelmoitavaa muotoa, lähes jokainen muoto edellyttää hieman erilaista osaamista. Mikäli kappale vielä jyrsitään ulkomuotoonsa ja valmistetaan erikoisemmassa materiaalista, niin yhden kappaleen tehokas valmistaminen kaikkine vaiheineen sisältää hyvin laajan osaamisvalikoiman. Työvaiheet pääpiirteissään ovat seuraavat:

- kiinnitystekniset ratkaisut
- ohjelmointitavan valinta ja ohjelmointi
- työkalujen valinta ja asettaminen
- valmistus vaiheen hallinta
- aputoimenpiteet.

Taulukko 3. kuvaa kappaleen ohjelmoinnissa olevia mahdollisia vaihteita, jotka vaihtelevat vain hieman eri menetelmiä käytettäessä. Parametrinen- ja graafinen-ohjelmointi ovat erilaisia ja edellyttää lähes aina laajempaa käyttöä, kuin yhden ohjelman ohjelmointi. Parhaimmillaan parametrin ohjelmointi on tuoteperheillä tai muodoilla, jotka noudattavat jotain matemaattista säännönmukaisuutta. Itse perusohjelman suunnittelu saattaa kestää viikkoja, mutta sen jälkeen, kun se on valmis ”uuden kappaleen” ohjelmointi kestää vain muutaman minuutin.

Taulukko 3. Ohjelmointitapojen vertailu

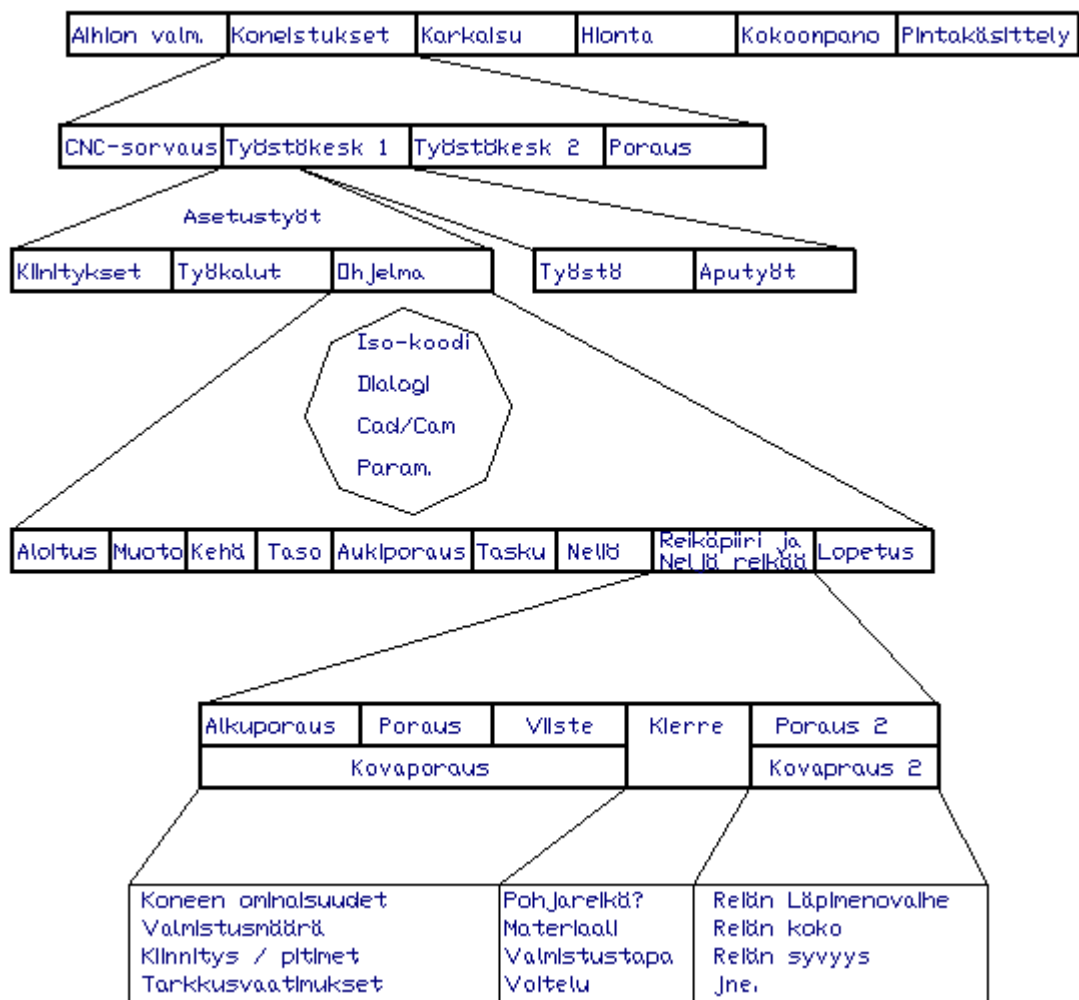
	ISO - koodi	Dialogi	Parametrinen	Cad/Cam
Ohjelmointiympäristö	kone / PC	kone / paneeli	kone / paneeli / PC	ulkoinen PC
Suunnittelu	ei	ei	matematiikka	toimittaja
Materiaalitiedot	ei	ei / taulukko	parametrit	kirjasto
Aihiotiedot	ei	ei / taulukko	mitat	mitat
Työstötiedot	ei	ei / taulukko	parametrit	kirjasto
Työkalutiedot	taulukko	taulukko	taulukko	kirjasto
Muodon jysintä	rata	rata / grafiikka	mitat	grafiikka
Kehän jysintä	rata	rata / työkierto	mitat	grafiikka
Tason jysintä	rata	rata / työkierto	mitat	grafiikka
Aukioporaus / jysintä	työkierto / rata	rata / työkierto	mitat	grafiikka
Ympyrätaskun jysintä	työkierto / rata	rata / työkierto	mitat	grafiikka
Neliön jysintä	rata	rata / työkierto	mitat	grafiikka
reikäpiiri	koordinaatit / makro	työkierto	mitat	grafiikka
Aarporaus	työkierto	työkierto	mitat	grafiikka
(alkureikä)	työkierto	työkierto	mitat	grafiikka
(poraus) / kovaporaus	työkierto	työkierto	mitat	grafiikka
(viisteen upotus)	työkierto	työkierto	mitat	grafiikka
Kierre / -jysintä	työkierto	työkierto	mitat	grafiikka

Ohjelmat voidaan kirjoittaa, joko kokonaan yhdellä menetelmällä tai hyödyntää useita eri ohjelmointimenetelmiä. Mikäli tekijä hallitsee erilaiset käytettävissä olevat ohjelmointimenetelmät, hän pystyy helpommin valitsemaan tuottavimman tavan. Oppimisvaiheessa on kuitenkin aina ongelmana uuden tavan omaksuminen, joka kestää vuodesta kahteen vuoteen ennen kuin uusi tapa ajatella on sisäistetty. Tästä syystä on hyvä suunnitella tavoitteellinen etenemissuunnitelma työntekijälle, missä hän pyrkii kehittämään omaa osaamistaan. Samalla tavalla erilaisia mahdollisuuksia on osattava vertailla ja valita myös kappaletta kiinnitettäessä tai työstötyökaluja valittaessa.

Tallennusta varten työt pitäisi määritellä työvaiheiden ja niiden sisältämän osaamisen mukaan. Esimerkki tuotteen jakamisesta työvaiheisiin on kuviossa 4, joka kuvaa yhden polun sisältämän vaiheistuksen. Kuten kaaviosta voidaan havaita, on yhden tuotteen sisältämien yksittäisten tehtävien määrä suuri. Kun jokainen mahdollinen polku tarkastellaan läpi, löydetään myös tieto osaamisen sisällöstä ja sen lisäksi myös mahdolliset vaihtoehtoiset menetelmät kehittää osaamista ja samalla tuottavuutta.



Näiden tallentaminen on mahdollista olemassa olevan seurantajärjestelmän avulla, joka voi olla esimerkiksi viivakoodiin perustuva. Lisäksi tarvitaan myös toinen määrittely niitä osaamisia varten, jotka eivät sisälly suoraan työhön, mutta ovat kuitenkin olemassa työpaikalla. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset ohjelmointimenetelmät (kuvassa keskellä oleva 8-kulmio), jotka vaikuttavat merkittävästi työtehtävän läpimenoaikaan.



Kuvio 4. Tuotteen työvaiheistus ja polku työstövaiheeseen

Taulukossa 3 on esitetty Kuvion 3 laakeripesän mukaisen yhden työstettävän kappaleen ohjelmoinnin sisältö eri ohjelmointimenetelmillä tehtynä. Tämä voi koostua useista eri osaamisalueita tutkintorakenteessa. Siten yhden työtehtävän suorituksesta voi oppia hyvin monia asioita. Toisaalta yhden kerran ohjattuna tekeminen, ei takaa

täydellistä osaamista. Nimittäin todellinen osaaminen kertyy vasta useamman samantyyppisen tuotteen valmistamisen jälkeen. Vasta kun tekijällä on toimiva rakenne toimintatavassaan ja hän ei toimi vain annettujen tietojen perusteella, jotka hän on joltain viisaammalta saanut, niin hän pystyy toimimaan myös poikkeavissa tilanteissa.

Osaamisen kehittämisessä auttaa tietokantatyypinen oppimisen seurantajärjestelmä, johon tekijä tallentaa suorittamansa tehtävän ja käyttämänsä menetelmät. Tämä pitäisi voida suorittaa samalla kuin muu tuotannon seurantatieto kerätään ja mielellään myös mahdollisimman lähellä tekijän työpistettä. Mahdollisuus työtehtävien kommentointiin mahdollisten onnistumisten tai epäonnistumisten osalta auttaa löytämään mahdollisen optimimaalisen polun jatkossa. Tämä tietokanta voi toimia myös mittarina, jonka avulla tunnistetaan henkilöstön osaaminen. Kiinnostus järjestelmän käyttöön lisääntyy todennäköisesti, jos sillä on vaikutusta oman henkilökohtaisen palkanosuuden määrään. Aina on tietysti henkilöitä, jotka pitävät systeemiä vain uutena menetelmänä valvoa heidän tekemisiään, erityisesti taukojen osalta.

#### 14.2 Esimerkkiluonnos tietokannan rakenteesta

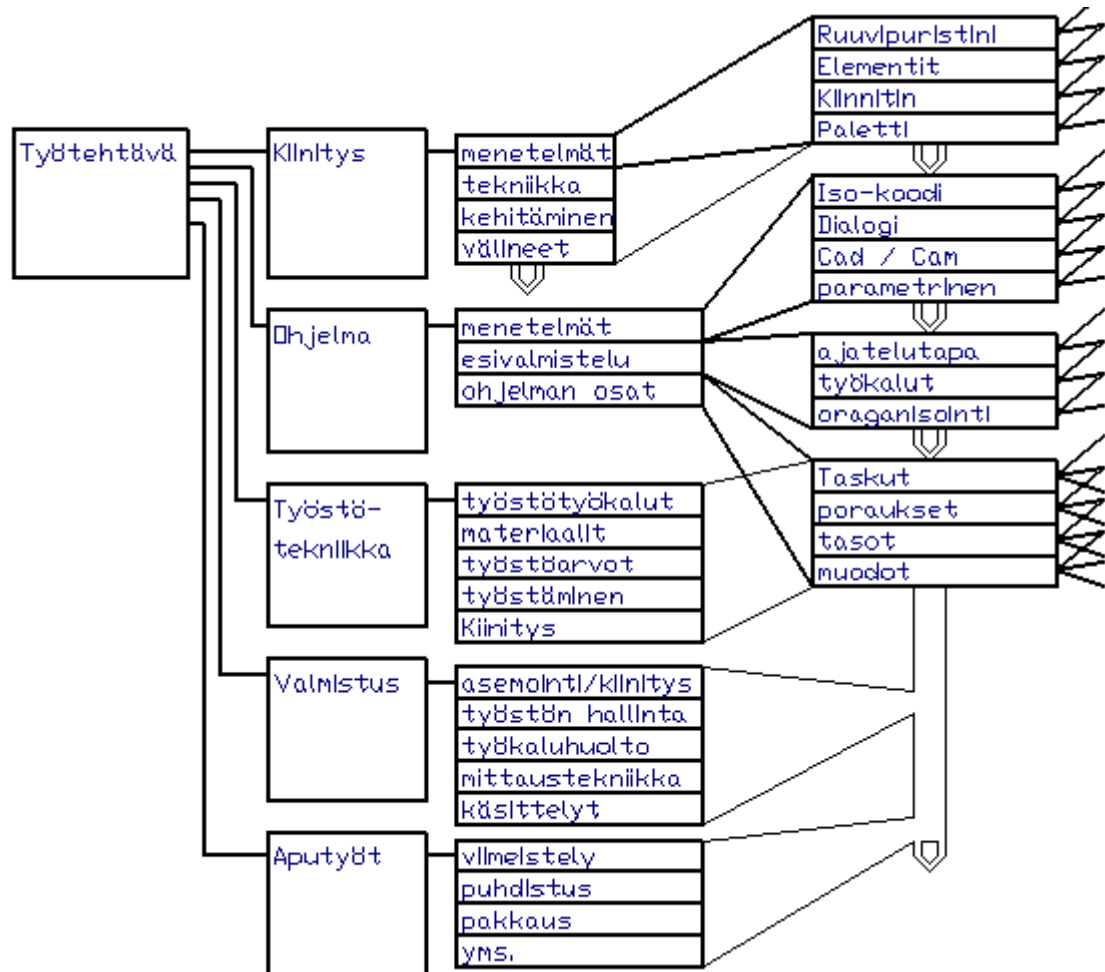
Kuviossa 5. on esitetty yhden ohjelmointityön sisältämiä asioita, joita koneistaja käy läpi työssään. Lähes jokaisessa työssä on sama perusrakenne, joka jakautuu erilaisiin yksityiskohtiin kappaleen ja valittujen menetelmien mukaan. Nämä osat voidaan siten poimia yksityiskohtaisesti eri ”oppiaineiden” sisältä, joita ympärillä olevat ellipsit kuvaavat.



Kuvio 5. Ohjelmointitehtävän suorittamisessa tarvittava ammattitaito

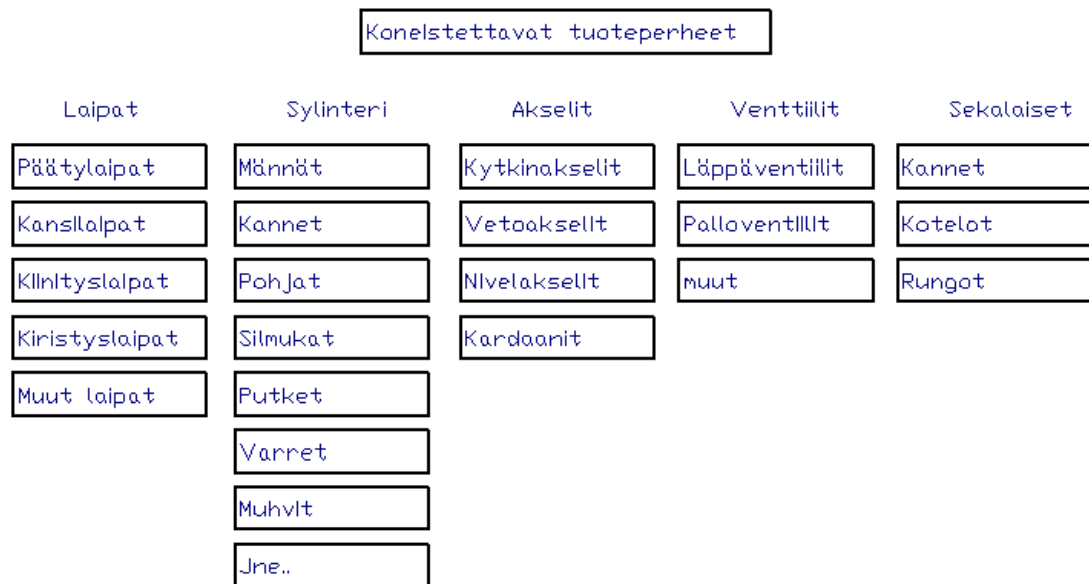
Seuraavan kuvioon 6 on piirretty muutamia mahdollisia yhteyksiä, esimerkiksi, joiden avulla saa käsityksen siitä, mitä asioita tietokannan pitäisi sisältää. Oppimisen tukena toimiessaan tietokannasta voidaan lukea käytetyt menetelmät ja reitit, joten sen avulla on helppo kehittää osaamista. Mukaan tulee vielä mahdollisuus analysoida, mitkä polut parantavat tuottavuutta.

Tietokanta-ajattelun avulla on mahdollista seurata reaaliaikaisesti työntekijöiden osaamisen tasoa ja ohjata sitä haluttuun suuntaan. Useimmissa tapauksissa ihmiset turvautuvat vanhaan menetelmään, koska uuden ajattelutavan omaksuminen on aina ”rajapintojen” ylittämistä. Kun tiedot menetelmistä ja niiden käytöstä on tallennettu järjestelmään, josta nähdään niiden vaikuttavuus tuotantoon, on helpompi tukea niitä työntekijöitä, jotka eivät ole yhtä nopeita oppimaan. Lisäksi, jos työpaikan työtehtävät ovat riittävän monipuolisia ja sisältävät suuren joukon erilaisia tehtäviä, on mahdollista ylläpitää jatkuvan parantamisen periaatetta.



Kuvio 6. Osaamistietokanta ajattelu

Edellisten lisäksi on määriteltävä tuotteet ja niihin tehdyt tehtävät. Jokaisen yksittäisen tuotteen osalta tätä ei käytännössä ole mahdollista tehdä vaan kannattaa käyttää tuoteperheajattelua, mitä kuvaa kuvio 7. Jokaisesta tuoteperheestä puretaan yhden kappaleen osaaminen, jonka sisällöstä luodaan yksi tietue, joka sisältää tarvittavan osaamisen.



Kuvio 7. Tuoteperheajattelu

Seuraava tehtävä on käydä läpi yhden tuotemallin sisältämä osaaminen. Tästä saadaan niin sanottu mallityö, jonka avulla voidaan arvioida kaikki sen tyyppisten kappaleiden sisältämä osaaminen. Kappaleen valmistusmenetelmän valinta vaikuttaa oleellisesti kappaleen tekemisessä tarvittavan koneen valintaan ja menetelmien hallintaan. Lähes jokainen kappale voidaan valmistaa useilla erilaisilla tavoilla, riippuen konekannasta, valitsevasta tuotantotilanteesta ja tekemisen tarvittavasta osaamisesta.

Kun kaikki tuoteperheet on käyty läpi ja niiden sisältämä oleellinen tieto on hahmotettu, voidaan aloittaa varsinaisen yrityksen tarpeisiin soveltuvan tietokannan laatiminen. Tämä tietokanta ja sen laatiminen on syytä jättää jonkun asian osaavan henkilön tai yrityksen tehtäväksi ellei yrityksellä ole omaa tietokantaosaajaa.

Tarkoitukseni on paneutua tähän oppimistietokannan kehittämiseen mahdollisesti myös jatkossa, mikäli onnistun rakentamaan itselleni haluamani oppimispolun tulevaisuudessa. Pidän nimittäin oppimisen hallintaa yhtenä mielenkiintoisimpana tehtävänä, jota kehittämällä on mahdollista parantaa oppimistuloksia. Siis hallinta, mikä tapahtuu oppivan yksilön omien oppimistapojen ja -kykyjen avulla, sekä ennen kaikkea vapaaehtoisesti.

## 15 Yhteenveto

Työssä perehdyttiin kuuteen varsinaissuomalaisen konepajan CNC-ohjattujen koneiden työympäristöön ja niiden käytäntöihin. Tavoitteena oli saada kuva tilanteesta, miten työntekijät työskentelevät työpaikoilla ja miten heidän mahdollisuuksiaan parantaa osaamistaan tuetaan.

Tutkimuksen tulokset, jotka olen kirjannut tähän työhön, ovat vain osa niistä asioista, joita olen havainnut että ajatellut tätä työtä tehdessä. Tarkoituksena on tuoda esiin asioita, joita kehittämällä on mahdollista parantaa mahdollisuuksia tehdä työtä ja samalla oppia kehittämään käytännön työtehtäviä. Ajatuksena on jatkossa myös jatkaa tavallisten työntekijöiden oppimismahdollisuuksien kehittämistä, koska oma taustani on konepajassa ja väitän, että ilman monen vuoden omaa työkokemusta, on vaikea ymmärtää konepajamiehen ajateltutapaa.

Yhteistyö ja tehtävistä sopiminen on monessa yrityksessä päivittäistä rutiinia. Yleisimmät perusasiat onnistutaan hoitamaan ilman erillisiä käskyjä. Erot toimintatavoissa näkyvät kuitenkin selvästi ja jokaisessa yrityksessä on omia hyviä toimintatapoja. Toivomuksena on lähes aina keskusteleavamman toimintatavan käyttäminen, joka huomiosi paremmin tekijöiden ajatukset. Myös havainnot tukevat tämänsuuntaisen kehityksen merkitystä, joka näkyi erityisesti yhdessä yrityksessä, jossa johtamistapa on muuttunut. Muiden yritysten kohdalla suunta on muuttunut jo aikaisemmin, mutta yhä edelleen ne pyrkivät kehittämään keinoja parantaa yhteistyötään.

Koulutuksen kanssa tehdään yhteistyötä oppilaitosten kanssa ja hyödynnetään niiden tarjoamia palveluita. Nämä palvelut eivät riitä yrityksille, vaan ne tarvitsevat myös muuta koulutustarjontaa. Tärkeimpiä näistä ovat koneiden ja työkalujen toimittajat, joiden asiantuntemusta käytetään työstöä kehitettäessä. Myös asiakkaiden kanssa on koulutuksellista yhteistyötä, joka liittyy useimmiten asiakkaan tarpeen tyydyttämiseen. Havaittavissa on myös tarvetta, jota ei pystynyt tyydyttämään yksikään edellä mainituista palvelun tarjoajista.

Työkappaleiden valmistuksen ja siihen tarvittavien työkalujen hallinta on tärkein osa-alue konepajoissa. Näissä tehtävissä valmistelevan työn merkitys on kasvanut sarjakokojen pienentyessä. Kaikissa yrityksissä valmistettavien kappaleiden muoto ja koko vaihtelivat, joten mitään selkeää tuoteperheajattelua ei kovin usein voitu hyödyntää. Toimivan esiasettelun kehittäminen on vaativa tehtävä ja vaatii toimintatavan muuttamista. Esiasettelua käytettäessä voidaan koneen työstöaikaa kasvattaa ja siirtää tuottamaton työ pois koneelta. Merkittävin tekijä on kyky ajatella työtapahtumia kokonaisuutena, jotta voitaisiin tehdä mahdollisimman paljon ennen varsinaista valmistustapahtumaa. Kuitenkin edelleen toimitaan vaihe vaiheelta, kuten manuaalikoneilla, joissa ei ollut muuta vaihtoehtoa. Kehittäminen on hidasta ja edellyttää, aina toimintojen yhtenäistämistä niin, että on mahdollista toteuttaa tehtävät systemaattisesti. Tekniikan kehittyminen on nopeaa, joten uudet koneet ja työkalut poikkeavat vanhoista. Tämä vaatii jatkuvaa opiskelua ja toimintatapojen sovittamista. Aika usein jopa liian nopeasti ja uusien toimintojen käyttöönottoa ei koskaan ehditä toteuttamaan.

Työpaikkojen työympäristöt ovat usein ahtaita ja pimeitä ja vain harvoin suunniteltu juuri nykyiselle tuotannolle. Tämä kuvaa kehitystä, jonka useimmat yritykset ovat käyneet läpi viimeisten vuosikymmenten aikana ja joutuneet sovittamaan tuotantotilansa tämän päivän tarpeita vastaavaksi. Useissa tapauksissa uudet tuotantolaitteet vaativat enemmän tilaa kuin entiset, joka vähentää vapaata työtilaa. Asiaan vaikutta myös tuotantosarjojen lyhentyminen ja nopeampi kierto, mikä vaikeuttaa tuotannonohjausta. Ainoastaan yhdessä yrityksessä on tilat ja välineet onnistuttu suunnistelemaan juuri sille tuotannolle, mitä se tekee.

Tiloihin sijoitetut apuvälineet, jotka helpottavat varsinaisen tuotannon suorittamista ovat useimmissa tapauksissa sijoitettu kauaksi työpisteestä. Niiden merkitys työn tuottavuuteen on aliarvioitu, eikä niitä pidetä tärkeinä tuotantotekijöinä. Havaittavissa on tukevien toimintojen vähätteleminen, koska niiden tuotosta ei osta mitata suoraan työn tuottavuudessa. Havainnoista on osittain mahdollista kuitenkin havaita parantunut työilmapiiri, kun työympäristö tarkoituksenmukaisesti suunniteltu.

Muutaman esimiehen näkemykset on selvästi suunnattu tämän osa-alueen kehittämiseen ja yhdessä yrityksessä on saavutettu tuloksia.

Työpaikalla oppiminen on usein tiedostettu, mutta sen järjestelmällinen toteuttaminen on melko vähäistä. Parhaiten toimii varsinainen työhönopastus, joka on jokaisessa yrityksessä jossain muodossa käytössä. Tästä eteenpäin on vastuu työtehtävien oppimissa hajautettu ja varsinaista ohjausta ei ole. Työntekijä joutuu kehittämään itseään aika usein itsenäisesti ilman, että hänelle on asetettu varsinaisia tavoitteita. Tämä itsenäinen kehittyminen näyttää toimivan muutamien työntekijöiden kohdalla. Nämä henkilöt ovat yleensä melko nuoria ja kiinnostuneita työstään. Tästä herää kysymys, miksi tämä kiinnostus häviää kauemmin työssä olleilta henkilöiltä. Onko tämän kiinnostuksen säilyttämiseksi jotain tehtävissä?

Tyypillisesti yritykset ovat tottuneet kannustamaan tuotannossa urakkaperiaarteella, mikä antaa lisää ansiota tuotannon mukaan. Näitä kannusteita monessa yrityksessä käytettiin ja ne näyttivät usein parantavan tuotantoa. Mutta kehittämiseen ja kehittämiseen osoitetut kannusteet puuttuvat lähes kokonaan. Muutaman kerran kyllä mainittiin, että niistä kyllä palkittaisiin, mutta mitään selkeää järjestelmää ei ole. Työntekijöitä koulutetaan aika monessa yrityksessä ja halutaan parantaa työntekijän osaamistaan työsäään, mutta miten saadaan työntekijät kiinnostumaan asiasta. Puutuvan renkaan on selkeä järjestelmä, joka kertoo työntekijälle hänen saaman hyödyn, kun hän kehittää osaamistaan.

Vaativimpana haasteena näen jatkuvan oppimisen periaatteen viemisen myös suoritettavaan työhön. Tämä ei kuitenkaan saa tarkoittaa sitä, että unohdetaan perinteinen urheilussa käytetty harjoitteluperiaate ja yritetään parantaa tulosta ilman selkeää ohjelmaa, missä on huomioitu myös palautuminen. Tällainen harjoituksen aiheuttama kuormitus johtaa aina ensin tason laskuun ja laskun jälkeen seuraa palautuminen. Palautumisen pitää olla sopivan mittainen, että saavutetaan parantunut suoritustaso. Kun on palauduttu, ei saa jäädä odottamaan vaan pitää tehdä uusi harjoitus, joka jälleen pistää ihmisen ponnistelemaan. Tässä kaavassa on vain kaksi vaikeaa yhtälöä, joista ensimmäinen on jokaisen ihmisen henkilökohtainen lähtötaso



ja oppimisvalmius. Siten jokainen yksilö tarvitsee hänen tasolleen soveltuvan ohjelman, joka osaa huomioida hänen tapansa toimia. Toinen vielä hankalammin määriteltävä asia on oppimisen jaksotus, joka voitaisiin toteuttaa myös työtehtävien ohessa. Siis miten pidetään oppimisvaste yllä, kun tehdään tavanomaisia tuotantotehtäviä. Nämä rutiinitehtävät eivät välttämät tarjoa riittäviä haasteita osaamisen kehittämiseen, mikäli niiden erilaisia mahdollisia suoritustapoja ei osata kehittää.

Tutkimuksen tuloksena esiin tulee selvästi yrityksen toimintatapa, joka määrittää työpaikalla olevan toimintatavan. Kun toimintatapoja ohjataan järjestelmälliseen suuntaan ja otetaan huomioon myös työntekijöiden mielipiteet, näyttää yrityksen työntekijöiden suhtautuminen työhön myös paremmalta. Mahdollisuus vaikuttaa omaan työhön ja sen suorittamiseen, näyttäisi innostavan myös kehittämään omaa osaamista. Tämä on myös välttämätöntä, koska usein työpaikan esimiehet tietävät vähemmän koneistamisesta kuin ammattinsa osaavat työntekijät.

Vakavin esiin tullut asia on heikko matemaattinen perusosaaminen, joka on koneistajan ammatin tukijalka. Mikä on syynä siihen, että jopa peruslaskujen laskeminen tuottaa vaikeuksia, en ala edes arvailemaan. Mutta mikäli suunta jatkuu samana jatkossakin, tulee tietokoneavusteisten koneiden ohjelmien suunnittelijoille haasteita kehittää ohjelma, joka osaa arvata käyttäjän syöttämistä luvuista tapaukseen sopivan arvon.

## LÄHTEET

### Kirjallisuus

Heikkilä, J. & Heikkilä, K. 2007, Voimaantuminen työyhteisön haasteena, 1.-2. Painos WSOY.

### Sähköiset lähteet

Opetusministeriö 2001. Tutkintojen perusteet, Viitattu 21.1.2009  
[http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/ammattillinen\\_koulutus/?lang=fi](http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/ammattillinen_koulutus/?lang=fi)

Siitonen, J. 1999, Voimaantumisteorian perusteiden hahmottelua, Viitattu 10.10.2008  
<http://herkules.oulu.fi/isbn951425340X/>

### Tutkitut yritykset:

- Hydoring Oy, Kyrö
- Häkkisen Konepaja Oy, Turku
- Jame-Shaft Oy, Suomensjärvi
- Kone-Tuomi Oy, Turku
- Mesekon Oy, Turku
- Salon Konepaja Oy, Salo